This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

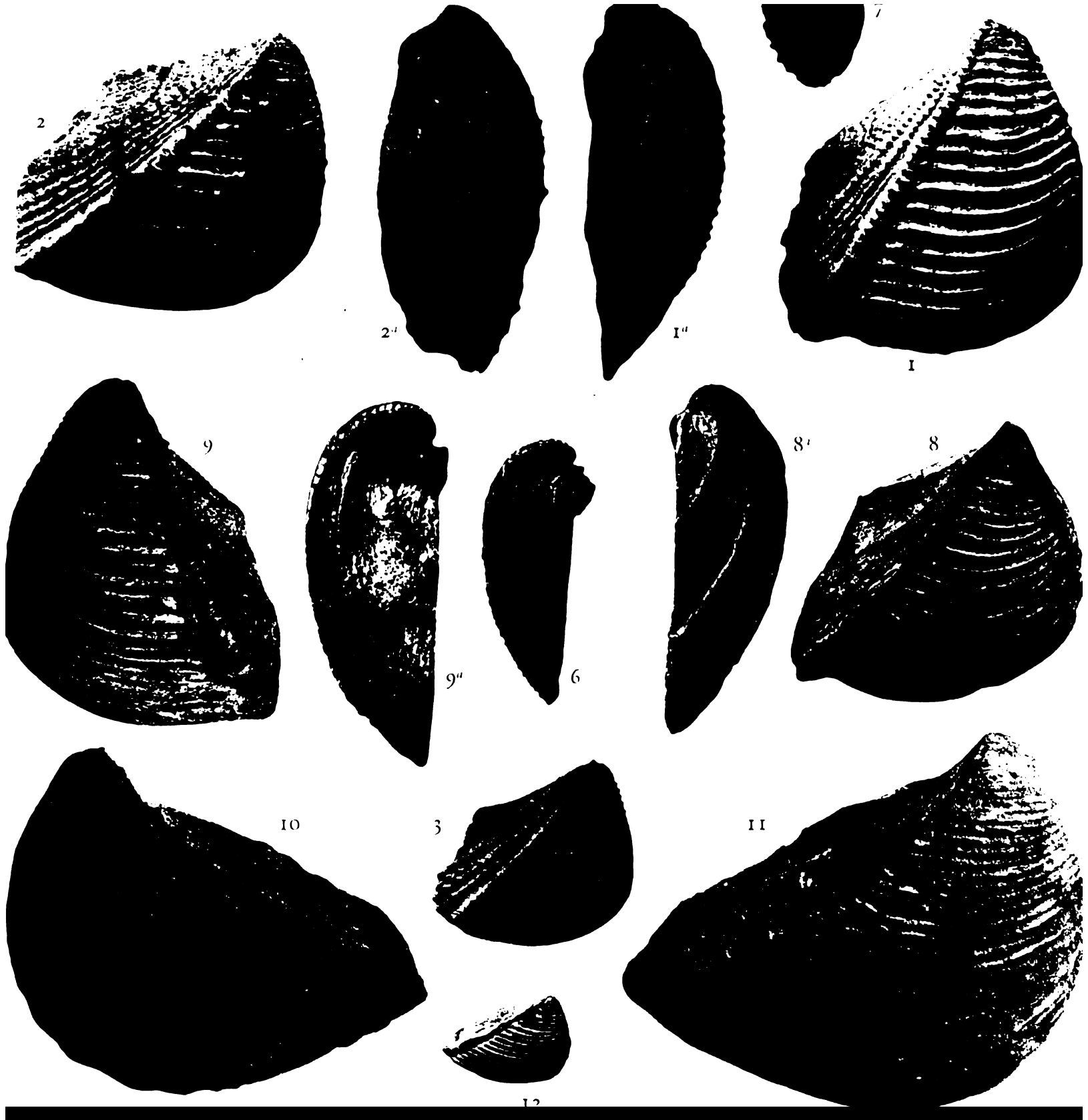
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Mémoires de la Société linnéenne de Normandie

Société linnéenne de Normandie

Digitized by Google

SOC
7101
.a

199.1

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

The gift of the Société Linnéenne de Normandie

No. 168
Apr. 10 - Nov. 25, 1873

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE NORMANDIE

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE NORMANDIE

XVII^e VOLUME

(2^e SÉRIE, 1^ER VOL.)

CAEN

E. LANIER, IMPRIMEUR, RUE GUILLAUME-LE-CONQUÉRANT, 1 & 3

—

1892

Digitized by Google

Digitized by Google

AVERTISSEMENT

Le dernier volume de Mémoires qu'a publié la Société Linnéenne de Normandie est le T. XVI, paru en 1872. Depuis cette époque des difficultés de divers ordres étaient intervenues et avaient contraint la Société à cesser cette publication pour ne conserver que son Bulletin. Aujourd'hui que ces difficultés sont surmontées, elle se décide à reprendre la publication des Mémoires, mais dans des conditions légèrement différentes. Tandis qu'autrefois chaque volume ne paraissait qu'en totalité, lorsque la quantité de manuscrit suffisante avait été amassée, c'est-à-dire quelquefois au bout de six ou sept années, désormais au contraire chaque volume sera publié par fascicules et à mesure de l'acceptation des manuscrits, autant au moins que le permettront les ressources de la Société. Les époques d'apparition de ces fascicules seront donc réglées par des motifs spéciaux et divers qui les rendront essentiellement variables mais cependant assez fréquentes. Comme par le passé ces Mémoires traiteront des trois branches de l'Histoire naturelle, c'est-à-dire de la botanique, de la géologie et de la zoologie.

Qu'il me soit permis, en terminant cet avertissement, d'émettre le vœu que ces nouveaux Mémoires reçoivent du Monde savant un accueil aussi empressé que leurs aînés.

Le Secrétaire,

O. LIGNIER,

Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Caen.

Digitized by Google

Digitized by Google

APR 10 1893

RECHERCHES

SUR LE

LEPIDODENDRON SELAGINOÏDES, STERN.

PAR

MAURICE HOVELACQUE

DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

Digitized by Google

Digitized by Google

A M. WILLIAM CASH

Témoignage de sincère reconnaissance

MAURICE HOVELACQUE

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUCTION

Les recherches suivantes sont relatives à une catégorie de plantes fossiles qui ont déjà été successivement décrites sous les noms de *Lepidodendron selaginoïdes,* de *Lepidodendron vasculare,* de *Sigillaria vascularis.* Nous réunissons, dans un même groupe, ces trois végétaux, n'ayant pu trouver de caractères bien nets, permettant une spécification certaine. En effet, les différences, sur lesquelles on s'est basé pour en faire deux ou trois espèces, sont tout-à-fait secondaires ; elles sont dues, d'après nous, à l'âge, à l'ordre et au calibre des rameaux, et ne peuvent donc entrer en ligne de compte pour la répartition certaine de ces fossiles en espèces distinctes. Nous ajouterons, à ce propos, que, même en Angleterre, où ces fossiles se rencontrent le plus fréquemment, une grande incertitude règne à ce sujet ; car, certains spécimens, dépourvus de bois secondaire, nous ont été communiqués sous le nom de *Sigillaria vascularis ;* tandis que d'autres échantillons, dans lesquels le bois secondaire se trouve assez développé, étaient étiquetés : *Lepidodendron selaginoïdes.* Quoiqu'il en soit, c'est Binney qui, le premier, a décrit en 1862, avec quelque détail, la structure de cette plante ; bien qu'il reconnût que l'extérieur de son fossile avait de très grandes ressemblances avec les empreintes de *Lepidodendron selaginoïdes* décrites par Sternberg, il n'hésita cependant pas à lui donner les noms nouveaux de *Sigillaria vascularis* et de *Lepidodendron vasculare.* Après Binney, ce fossile a été, tour à tour, étudié par MM. Carruthers, Williamson, Hick et Cash, Renault, Félix et Solms-Laubach.

Nous conformant aux règles de priorité établies par M. de Candolle, nous conserverons à cette plante le nom de *Lepidodendron selaginoïdes,* Sternb.

Le *Lepidodendron selaginoïdes* se rencontre assez fréquemment

Digitized by Google

dans le terrain houiller inférieur des bassins houillers des environs de Manchester (Lancashire, Yorkshire, Cheshire...); il se trouve aussi dans le bassin houiller de Westphalie. Nous avons été assez heureux pour pouvoir étudier un assez grand nombre de spécimens, provenant de ces deux régions. Dans ce premier mémoire, nous ne donnons la description que d'une première catégorie d'échantillons. Certains d'entre eux nous ont été gracieusement donnés par MM. Cash, d'Halifax; Dawkins, de Manchester; Lomax, de Radcliffe; Spencer, d'Halifax. D'autres sections nous ont été très obligeamment prêtées par M. B. Renault, de Paris; enfin M. Crépin, de Bruxelles, a bien voulu nous donner les matériaux nécessaires pour étudier les spécimens de Westphalie. Nous adressons, à tous ces Savants, nos sincères remerciements et principalement à M. W. Cash à qui nous dédions ces recherches, comme témoignage de reconnaissance pour les sections qu'il nous a si libéralement données, et pour les facilités de recherches qu'il nous a procurées pendant notre séjour aux environs d'Halifax et de Manchester.

En terminant cette introduction, et avant de résumer les travaux antérieurs à ces recherches, nous tenons à remercier particulièrement MM. C.-Eug. Bertrand et Bernard Renault pour l'aide qu'ils nous ont procurée en nous permettant de consulter de nombreuses préparations de plantes fossiles se rapportant, plus ou moins directement, au *Lepidodendron selaginoïdes*.

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

Dans cette analyse bibliographique, nous ne parlerons pas des ouvrages qui ne donnent que la description des empreintes du *Lepidodendron selaginoïdes*. Nous nous occuperons uniquement des travaux qui ont trait à la structure de cette plante.

Le Dr Hooker (1), le premier, aborde la question anatomique et signale chez un *Lepidodendron* un double système vasculaire qu'il compare à celui des *Diploxylon*. Il pense que les traces foliaires ont leur origine au bord externe sinueux du système extérieur (notre bois secondaire) dont le bord interne, bien défini, est en contact direct avec le système vasculaire intérieur (notre masse ligneuse primaire). Hooker regarde la moelle du *Lepidodendron* comme formée de tissu cellulaire, entouré par des vaisseaux barrés, hexagonaux, diminuant de taille vers l'extérieur, dont les plus petits constituent un cercle étroit. Des massifs vasculaires foliaires, allant du cylindre vasculaire extérieur aux appendices, traversent la grande masse de tissu cellulaire limitée par l'écorce extérieure, qui est formée de séries radiales de cellules allongées. Hooker se trompe sur l'origine des traces foliaires et sur la nature de la moelle ; mais il entrevoit les deux systèmes vasculaires et les traces foliaires, situées à l'extérieur du système libéro-ligneux.

En 1862, E. W. Binney (2) décrit trois spécimens provenant de la partie inférieure du terrain houiller du Lancashire. L'auteur nomme les deux premiers *Sigillaria vascularis* et le troisième *Lepidodendron vasculare*. Il constate que ces trois échantillons ont les caractères extérieurs des Lépidodendrons. Donnant un aperçu général de la structure de ces plantes, avant d'entrer dans les détails anatomiques, le savant paléo-botaniste anglais rejette le nom de moelle pour la

(1) Hooker, *On some peculiarities in the structure of* Stigmaria. Mem. of the geolog. Survey of Great Britain, vol. II, part. II, p. 435, 1865. Ce travail a dû paraître par fascicules avant d'être publié en volume, car E.-W. Binney y fait allusion aux pages 106 et 108 de son mémoire de 1862. N'ayant pu nous procurer ces fascicules séparés, il nous est impossible d'assigner une date exacte à ce mémoire.

(2) E.-W. Binney, *On some fossil plants showing structure from Lower-Coal-Measures of Lancashire*. Proced, of the Geol. Soc., 8 january 1862, pp. 106-112, pl. IV-VI.

Digitized by Google

région centrale de ces axes (notre bois primaire) et montre qu'elle est composée de très larges vaisseaux, barrés transversalement, hexagonaux, mêlés à des vaisseaux plus petits. A cet axe central, font suite des séries radiales de vaisseaux, plus petits, également hexagonaux (notre bois secondaire) ; celles-ci forment des coins séparés par des rayons médullaires composés de vaisseaux finement barrés (1). A l'extérieur, on trouve quelques massifs vasculaires de forme circulaire (nos traces foliaires aux niveaux VIII et IX), que Binney compare à ceux de *Sigillaria elegans*. Puis vient une masse de tissu cellulaire délicat (zône moyenne de l'écorce interne), généralement détruit et remplacé par du calcaire. A cette zône succède un tissu à grosses cellules (notre écorce moyenne) qui passe, peu à peu, à un cercle de petits éléments hexagonaux (notre liège), disposés en séries radiales. Enfin, à l'extérieur, Binney rapporte, avec raison, le tissu à grosses cellules à l'écorce extérieure.

Dans la suite de son mémoire, Binney décrit, avec plus de détails, les différents échantillons qu'il a eus entre les mains : le premier, de forme cylindrique, d'un diamètre de 21 ^{mm}, 6, présentait comme caractères extérieurs : « Cicatrices rhom-« boïdales, allongées, quelque peu irrégulières, disposées en quinconce, présen-« tant au milieu une dépression ovale, de laquelle s'élève une proéminence arrondie, « point d'attache de la feuille. » A part leur dépression plus marquée, ces cicatrices se rapportent, d'après Binney, à celles du *Lepidodendron selaginoïdes*, figurées par Lindley et Hutton (2). Pour nous, l'examen des figures 1, 2, 3 et 6 de la planche IV du mémoire de Binney nous montre que les cicatrices décrites et figurées sont des cicatrices subéreuses, semblables à celles que nous avons observées sur un échantillon que M. Cash a bien voulu nous donner. L'axe central du premier spécimen de Binney mesure 7 ^{mm} de diamètre ; on y voit des vaisseaux barrés, hexagonaux, irréguliers, dont quelques-uns, plus petits, seraient recloisonnés horizontalement ou obliquement (3). Les éléments de cet axe central diminuent de taille vers l'extérieur. La partie externe du cylindre intérieur (notre bois secondaire) se compose de vaisseaux barrés, hexagonaux, disposés en séries radiales et séparés par des rayons médullaires et des vaisseaux finement barrés qui ne sont pas nettement indiqués sur la figure 3. Dans ce spécimen, les tissus compris entre notre bois secondaire et notre écorce moyenne sont détruits ; ils occupaient un espace de 10 ^{mm}, 8. Le cylindre extérieur correspond à notre écorce moyenne et à notre liège ; à l'extérieur de celui-ci on voit une zône charbonneuse,

(1) Binney confond ici les vrais rayons ligneux secondaires avec les traces foliaires qui s'échappent horizontalement à travers le bois secondaire.

(2) Lindley et Hutton, *Fossil flora of Great Britain*, t. I, fig. 12.

(3) Ces éléments correspondent à nos fibres primitives et à nos cellules réticulées; mais la distinction n'a pas été nettement établie par Binney.

Digitized by Google

reste de la région des coussinets. Binney signale dans son texte, sans les figurer, des massifs vasculaires foliaires à l'extérieur de son cylindre intérieur (notre région ligneuse) ; ils seraient parfois situés en face des rayons médullaires ; ils se retrouvent dans la région externe du cylindre extérieur, d'où Binney les a suivis dans les cicatrices saillantes de la surface. Binney compare cet échantillon I au *Sigillaria elegans* de Brongniart.

Le second spécimen, étudié par Binney, plus grand que le n° I, a des cicatrices rhomboïdales, disposées en quinconce, avec cicatricule plus large (1). Le cylindre intérieur, épais de 5 mm, 4, est moins bien conservé que dans l'échantillon I. Le cylindre externe, plus parfait, au contraire, montre, sur des coupes tangentielles, de petites ouvertures destinées au passage des massifs vasculaires foliaires.

Le troisième échantillon, comprimé, de forme ovale, mesurant 16 mm, 2 sur 21 mm, 6, a des cicatrices plus allongées et plus espacées, pourvues au milieu d'une dépression avec éminence centrale. Celles-ci sont donc plus voisines des cicatrices de l'échantillon I que de celles du spécimen II et rappelleraient celles de *Knorria*. Comme pour les spécimens précédents, ces cicatrices sont, d'après nous, des cicatrices subéreuses. L'axe central de ce spécimen a la même structure que celui des échantillons précédents. Le cylindre vasculaire rayonnant (notre bois secondaire) fait défaut. Il y a autour de l'axe central un tissu à fines cellules (notre liber), qui est détruit en partie, mais qui laisse voir des massifs vasculaires arrondis (nos traces foliaires) ; celles-ci s'échappent du bord de l'axe central et se rendent aux feuilles. Binney constate que ces massifs vasculaires sont semblables à ceux trouvés dans les spécimens I et II à l'extérieur du bois secondaire. Dans l'échantillon III, notre zône profonde rayonnée de l'écorce interne est conservée et formée d'un tissu à éléments larges. Le cylindre extérieur a la même structure que précédemment ; la zône des coussinets manque.

Le remarquable travail de Binney indique un progrès immense sur les notions de Hooker, pour la connaissance anatomique du *Lepidodendron selaginoïdes*. Non seulement les diverses zônes des tissus ont été observées par le savant paléobotaniste anglais, mais il constate, pour son spécimen III, la véritable origine des cordons foliaires. Binney arrive aux conclusions suivantes : A part le cylindre interne vasculaire rayonnant (notre bois secondaire), l'échantillon III ressemble aux spécimens I et II ; il est, en outre, plus intimement lié aux Lépidodendrons que ceux-ci. Se basant sur les caractères anatomiques, Binney rapporte les échantillons I et II aux *Sigillaria* et les appelle *Sig. vascularis ;* il propose pour le n° III le nom de *Lepidodendron vasculare*.

(1) Cela tient, d'après nous, à ce que l'échantillon, dépourvu de sa surface, a été cassé à un niveau plus intérieur.

Digitized by Google

Trois ans après, en 1865, E.-W. Binney décrit, dans un nouveau travail (1), six nouveaux spécimens (2), de plus grande taille que les précédents. Il a pour but de montrer que *Sigillaria vascularis* présente un axe central formé de vaisseaux barrés et de deux cylindres ligneux exogènes : l'un intérieur, l'autre extérieur. Il exprime aussi l'opinion que les Sigillaires se bifurquaient comme les *Lepidodendron* et avaient pour fructification un *Lepidostrobus*, et pour racines des *Stigmaria*.

L'échantillon II est un axe ovale, mesurant : 41 cm de circonférence ; 19 cm suivant le grand diamètre ; 9 cm, 5 suivant le petit ; 21 cm de long. L'axe central et le cylindre ligneux rayonnant intérieur avaient 27 mm de diamètre. D'après Binney, la surface de ce spécimen rappelle, par ses fines stries, ses côtes et ses sillons irréguliers, la surface des Sigillaires décortiquées et en particulier *Sigillaria organum*.

Binney figure, pl. XXXII, fig. 1 et 2, l'axe central et le cylindre interne rayonnant. L'examen de ces figures nous montre un axe central (bois primaire), partagé en deux parties égales, par une bande sombre de petits éléments (fibres primitives) semblables à ceux qui en occupent le centre. Pour Binney, cette disposition n'a aucune signification et provient d'un accident de fossilisation ; pour nous, au contraire, elle indique que ce rameau est situé dans le voisinage d'une dichotomie égale. On voit, dans ce travail, que Binney a la préoccupation de chercher l'origine des traces foliaires et des rayons ligneux ; mais il dit que la ligne sombre (zône des pointements) qui sépare l'axe central (bois primaire) du cylindre interne rayonnant (bois secondaire), ne montre pas clairement ces origines. En donnant les caractères anatomiques de l'axe central et du cylindre rayonnant intérieur, Binney appelle, avec raison, ce dernier, système ligneux interne. Le cylindre extérieur (écorce moyenne et liège) se compose de masses cunéiformes de cellules disposées en séries radiales ; celles-ci sont séparées par un tissu muriforme avec des ouvertures circulaires à travers lesquelles passeraient les rayons médullaires et les faisceaux.

Le spécimen n° III (pl. XXXIV) a les mêmes caractères extérieurs que le précédent. Il montre admirablement le tissu muriforme et trois cordons foliaires entourés d'un tissu spécial de petits éléments que nous avons, à la suite de M. Bertrand, appelé *parichnos*. Il est à regretter qu'un de ces cordons foliaires n'ait pas été figuré à un plus fort grossissement. Mais il est évident que Binney a observé ces tissus, sans toutefois les décrire et sans en connaître l'origine, ce que nous faisons savoir dans notre chapitre de la trace foliaire.

(1) E.-W. Binney, *A description of some fossil plants shoving structure found in the Lower-Coal Seams of Lancashire and Yorkshire.* Philosoph. transac., received may 12 ; read june 15, 1865, pp. 579-604 ; pl. XXX-XXXV.

(2) Ces spécimens sont, dans le travail de Binney, désignés sous les n°s 2, 3, 4, 5, 6 et 8.

Digitized by Google

L'extérieur des spécimens IV, V et VI est seul figuré (pl. XXXV, fig. 1, 2, 3) par Binney qui le compare à la surface d'un *Stigmaria,* représenté même planche, fig. 4. Au cours de la comparaison qu'il fait de son *Sigillaria vascularis* avec le *Sig. elegans* et les *Stigmaria,* le savant paléo-botaniste anglais émet l'opinion que les cordons vasculaires partent de l'extérieur de l'axe central (bois primaire). Il établit donc nettement, le premier, l'origine des traces foliaires. Pour Binney, les rayons médullaires (rayons ligneux secondaires) prendraient naissance contre l'axe central, traverseraient le cylindre rayonnant intérieur (bois secondaire) ainsi que la zône de tissus lâches, communiqueraient avec les rayons et les grands massifs vasculaires qui, coupant le cylindre rayonnant extérieur (liège), aboutissent aux feuilles. Binney a confondu les rayons médullaires avec les cordons libéro-ligneux foliaires, auxquels peuvent s'appliquer tout ce qu'il dit pour les rayons médullaires. A propos du cylindre rayonnant extérieur, le savant paléo-botaniste anglais constate des zônes de croissance plus ou moins évidentes (1), ainsi que la disposition des tissus en masses cunéiformes, séparées par des fentes, remplies de matière spathique ; mais il ne voit pas les relations qui existent entre ces fentes radiales et les traces foliaires.

Pour montrer l'identité des spécimens étudiés dans ce mémoire et de ceux du travail de 1862, Binney décrit un nouvel échantillon, n° VIII (pl. XXXV, fig. 5 et 6). C'est un jeune rameau plus petit que les précédents, en partie décortiqué, à cicatrices rhomboïdales. L'axe central a la même structure. Le cylindre, ou plutôt le croissant rayonnant intérieur de vaisseaux hexagonaux (bois secondaire) est partagé par des rayons médullaires ou des cordons vasculaires. Plus vers l'extérieur, on voit un tissu lâche (notre liber), traversé par des massifs vasculaires et limité par une ligne sombre (zône profonde de l'écorce interne). Le cylindre extérieur débute par une zône de grandes cellules qui contient des ouvertures circulaires ou ovales ; celles-ci passent à des séries radiales d'utricules allongées (liège), divisées par des rayons médullaires ou des cordons vasculaires. A l'extérieur du cylindre rayonnant intérieur, les cordons vasculaires s'inclinent vers le haut sous un angle faible, jusque près de la surface. Binney n'a pu voir comment les cordons médullaires de petite taille viennent du cylindre intérieur rejoindre les larges cordons médullaires du cylindre extérieur. Il confond toujours les vrais rayons médullaires avec les cordons foliaires et le tissu parichnique et il ajoute qu'on n'a pas encore trouvé la preuve de la jonction de ces cordons médullaires ; on ne peut dire si les uns sont la suite des autres, ou s'ils sont distincts les uns des autres. En tout cas, Binney assigne à ces cordons la structure suivante : tubes hexagonaux, barrés, entourés de tissu muriforme. Ce dernier spécimen est très intéressant ; car, de tous les échantillons décrits dans ce mémoire, il montre seul

(1) Nous en avons aussi signalé dans notre liège.

Digitized by Google

la portion parenchymateuse du liber ainsi que l'écorce interne. Il est de plus admirablement figuré et l'examen de la figure 5 de la planche XXXV (bien qu'à un faible grossissement) nous a montré, dans le liber, vingt-deux traces foliaires disposées suivant quatorze hélices. Dans l'assise moyenne de l'écorce interne, on voit des traces foliaires très nettes et aussi des organes stigmarioïdes. Ces traces foliaires (trois principalement) sont fort bien conservées dans l'écorce moyenne et l'on peut regretter de ne pas les voir représentées à un plus fort grossissement.

Dans ce travail, Binney a eu plutôt en vue la description de nouveaux spécimens que leur comparaison avec d'autres genres ou espèces ; pourtant, il émet l'opinion que *Sigillaria vascularis* et *Sigillaria elegans* appartiennent au même genre, mais pas à la même espèce. Il rapproche aussi les *Diploxylon* et les *Sigillaria* des *Stigmaria*. Il croit que les Sigillaires avaient, pour épis, des *Lepidostrobus* et se bifurquaient comme les *Lepidodendron*. A cet effet, il figure, dans le texte (p. 591), un rameau bifurqué dont les deux moitiées égales du système libéro-ligneux sont encore enfermées dans le cylindre extérieur.

Dans la comparaison que Binney fait de tous les échantillons de cette plante qu'il a étudiés, tant dans son travail de 1862 que dans celui de 1865, il conclut à une identité de structure. Il ajoute que le cylindre rayonnant intérieur a une croissance exogène. Il rapporte, à tort, à un pseudo-bois la zône externe du cylindre extérieur (notre liège).

En 1869, M. W. Carruthers (1) décrit un spécimen de la collection du Dr Millar, qui appartient au type *Sigillaria vascularis* et qu'il dénomme *Lepidodendron selaginoïdes*, Sternb, à cause de la priorité du nom. Dans sa description, il emploie des termes un peu différents de ceux de Binney et fait quelques remarques supplémentaires.

Le spécimen figuré, quelque peu comprimé, mesurait 27 mm suivant le grand axe et 21 mm suivant le petit. M. Carruthers remarque que l'axe central, composé de grands vaisseaux scalariformes, peut se diviser en deux parties : 1° la portion centrale, consistant en vaisseaux de tailles différentes, circulaires ou polyédriques, disposés sans ordre ; 2° la portion extérieure dans laquelle les vaisseaux présentent une disposition radiale irrégulière et sont allongés radialement. Les vaisseaux sont très longs. Quelques vaisseaux du centre, dispersés au milieu des autres, sont redivisés par des cloisons horizontales ou un peu obliques, dont les parois transversales et longitudinales sont marquées de raies ; ce sont nos cellules réticulées.

Autour de l'axe central, on voit un cylindre étroit, formé de vaisseaux scalari-

(1) W. Carruthers, *On the structure of the stems of the arborescent Lycopodiaceæ of Coal-Measures*. Monthly microscopical Journal, London, octob. 1869, pp. 177-181, pl. XXVII.

Digitized by Google

formes, plus petits, disposés en séries rayonnantes et formant des groupes de une à quatre files. Celles-ci sont séparées par des rayons médullaires (rayons ligneux secondaires) composés de cellules allongées à extrémités tronquées et à parois minces, lisses. De plus, on voit passer à l'extérieur, à travers certaines mailles du cylindre scalariforme, des massifs de vaisseaux plus délicats qui sont en rapport avec les feuilles ; ce sont nos traces foliaires. M. Carruthers a donc fait la distinction des rayons ligneux secondaires et des traces foliaires.

Le cylindre vasculaire est entouré par une grande épaisseur de parenchyme délicat que l'auteur n'a pas divisé et qui comprend, pour nous, le liber et l'écorce interne. Ce parenchyme est souvent complètement détruit ; mais on en retrouve quelques vestiges près du cylindre vasculaire ; ses cellules sphériques et petites ont des parois minces. C'est la première région qui se détruise. M. Carruthers est le premier à découvrir la nature radiculaire des organes stigmarioïdes qui poussent dans ces cavités et qui ont été pris, à tort, par plusieurs observateurs, pour des portions des tissus de la tige. Des massifs délicats vasculaires (nos traces foliaires), parfois aussi détruits, traversent ce parenchyme en s'élevant et en se rapprochant de l'extérieur. Dans ce spécimen, M. Carruthers a compté vingt-quatre massifs vasculaires accolés au cylindre vasculaire, ou voisins de celui-ci. La figure n'est malheureusement pas suffisante pour nous permettre de voir la disposition respective de ces traces foliaires.

Le tissu suivant est un parenchyme plus large et à parois plus épaisses (écorce moyenne), qui devient peu à peu un prosenchyme (liège) par l'allongement des cellules et leur diminution de diamètre. M. Carruthers compare les cellules de ce tissu aux éléments ligneux, à cause de leur allongement, de leurs terminaisons pointues et de leur disposition semblable à celle du bois exogène des tiges. Les massifs vasculaires sont accompagnés d'un certain amas de tissu cellulaire (notre parichnos) et se dirigent vers les feuilles en s'élevant et en se rapprochant de la surface.

A l'extérieur, M. Carruthers remarque l'écorce externe, ou parenchyme à parois épaisses (notre zône des coussinets), comprenant de huit à douze rangs d'éléments. Il constate que les massifs vasculaires peuvent se suivre à travers tous ces tissus jusqu'aux feuilles. En se rapprochant de la surface, leur section est circulaire et montre, en leur milieu, une petite quantité de tissu cellulaire. Ces massifs vasculaires se terminent dans la dépression circulaire située au centre de la cicatrice foliaire.

D'après M. Carruthers, les bases des feuilles persistent et se composent de parenchyme arrondi. Au contraire, les feuilles elles-mêmes semblent avoir été caduques ; car, dans un spécimen coupé au niveau de la terminaison du massif vasculaire, le mamelon foliaire, de forme rhomboïdale, est cicatrisé par une couche de petites cellules épaisses.

Digitized by Google

En 1871, parut un nouveau travail de Binney (1) dans lequel il décrit un cône (pl. I, pl. VIII, fig. 1, 5, 7, 9) dont la structure de l'axe lui rappelle celle de l'axe de *Sigillaria vascularis*. Après en avoir donné les dimensions et les caractères extérieurs, il parle de la section transversale de l'axe central (fig. 4 et 5) dont nous nous occuperons seul dans cette analyse. Celui-ci se compose de tubes barrés nettement limités dont les plus extérieurs sont les plus petits. De la périphérie partent des masses de vaisseaux barrés, qui passent à travers un tissu cellulaire lâche, communiquent avec les bractées ou écailles, et présentent une courbe fort inclinée. A l'extérieur de cet axe, on voit des utricules allongées, disposées en séries radiales, comme chez *Lepidodendron Harcourtii*, mais, à l'intérieur de l'axe, le tissu, désigné par Binney sous le nom de moelle, est formé de tubes barrés comme chez *Lepidodendron vasculare* et *Sigillaria vascularis*.

Dans ce même travail, Binney reproduit le spécimen décrit et figuré dans son mémoire de 1872 (pl. III, pl. VI, fig. 2 et 3), afin de prouver les rapports de structure entre ce cône et le *Sig. vascularis*. Bien que cette dernière figure soit supérieure à celle du mémoire de 1872, nous n'avons pu y découvrir les traces foliaires ni le tissu du liber parenchymateux. De plus, l'identité de structure entre ces deux spécimens nous semble douteuse : et, n'était la présence de tubes barrés au centre de l'axe central, nous n'hésiterions pas à dire que ces deux échantillons n'appartiennent pas à des végétaux de la même espèce.

En juin 1871, M. Williamson présente à la Philosophical Society la seconde partie de son remarquable travail sur l'organisation des plantes fossiles du terrain houiller (2). Dans ce mémoire, le savant professeur d'Owen's-College se propose de décrire et de figurer la structure et les affinités de plusieurs genres, et de montrer les divers états par lesquels on s'élève des types inférieurs aux types supérieurs. A cet effet, l'auteur part du *Lepidodendron* figuré en 1865 par Binney, décrit à nouveau par M. Carruthers et identifié au *Lepidodendron selaginoides* de Sternberg. Contrairement à l'opinion de M. Carruthers, M. Williamson emploiera les termes : *moelle, couche ligneuse, écorce et couche épidermique*.

La figure 1 de la planche XXIV représente la section d'un rameau, grossi $\frac{4}{1}$, provenant de la collection de M. Butterworth et montre un axe médullaire (bois primaire) ; un cylindre peu épais de vaisseaux barrés (bois secondaire) ; un espace vide (le liber) ; une couronne charbonneuse (la zône profonde de l'écorce interne) ;

1 E.-W. Binney. *Observations on the structure of fossil plants found in the Carboniferous strata. Part. II. Lepidodendreæ and some allied Cones* ; Palæontog. Soc., 1871, London, volume for 1870, pp. 25-42, pl. VII-XII.

2 W.-C. Williamson. *On the organisation of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. II. Lycopodiaceæ.* Mémoire reçu le 13, lu le 15 juin 1871. Philosoph. transactions, 1872, pp. 197-240, pl. XXIV et XXV.

Digitized by Google

un espace vide (le reste de l'écorce interne) ; l'écorce moyenne ; l'assise subéreuse ; une couche détachée avec épiderme et bases des feuilles (notre zône des coussinets). L'axe médullaire se compose d'un mélange (variable suivant les spécimens) de cellules barrées, de vaisseaux barrés (non scalariformes pour l'Auteur). Parmi ces cellules, les unes ont des parois épaissies et des cloisons transversales parfois obliques par rapport à leur axe ; elles sont disposées en séries verticales et présentent des barres nombreuses vers leurs extrémités (1) ; les autres cellules, beaucoup plus petites, à parois minces, semblent être des masses de parenchyme ordinaire (2). M. Williamson les considère comme l'état jeune des vaisseaux barrés, et est tenté d'attribuer cette différence à la minéralisation. Les vaisseaux se distinguent difficilement des cellules barrées ; ceux du centre sont éloignés les uns des autres et séparés par deux sortes de tissu ; à la périphérie, les vaisseaux se touchent. Le tissu mou parenchymateux (fibres primitives) est localisé au centre ; les cellules barrées (cellules réticulées) peuvent s'avancer plus vers l'extérieur. Les vaisseaux, bien que répandus dans toute cette masse, présentent une polarité périphérique. M. Williamson a donc parfaitement distingué les éléments constitutifs de l'axe central que l'on reconnaît, d'après sa description, être de nature vasculaire et non médullaire, comme il le dit.

Le cylindre de vaisseaux barrés, peu épais, représente la zône ligneuse (notre bois secondaire). Les éléments disposés en séries radiales, augmentent de taille vers l'extérieur. C'est de la surface intérieure de ce cylindre que M. Williamson fait partir les cordons vasculaires foliaires. Nous démontrerons plus loin qu'il n'en est pas ainsi et que les traces foliaires partent de la périphérie de l'axe médullaire (notre bois primaire) comme l'avait déjà démontré Binney. Ce cylindre ligneux, de croissance exogène, est coupé par des rayons uni ou bisériés que M. Williamson admet comme rayons médullaires, contrairement à M. Carruthers qui, avec raison, base son opinion sur l'absence de moelle et la présence de vaisseaux scalariformes dans l'axe. La couronne charbonneuse désorganisée, qui s'étend autour et à quelque distance du cylindre ligneux, appartient, pour nous, à la portion la plus intérieure de l'écorce. On y voit des traces de cordons vasculaires, de forme circulaire ou elliptique, entourés de parenchyme délicat.

L'écorce moyenne, épaisse, bien conservée, est formée de parenchyme à parois épaissies passant à un prosenchyme vers l'extérieur. En traversant l'écorce, les cordons foliaires sont entourés par un parenchyme délicat qui s'éteint graduellement, disparaît et détermine les fentes radiales au milieu desquelles les vaisseaux rayés des traces foliaires sont encore visibles.

Le prosenchyme de cette écorce moyenne passe bientôt, à son tour, à un tissu

(1) Ce sont nos cellules réticulées.
(2) Ce sont nos fibres primitives.

Digitized by Google

presque vasculaire, ou couche subéreuse présentant un arrangement radial. Ce tissu qui se développe de l'intérieur vers l'extérieur a une tendance à se fendre à l'extérieur et à exfolier l'épiderme. On peut constater sur la fig. 1 de la pl. XXIV que la couche subéreuse est très inégalement développée et qu'il y a un point où elle ne fait que débuter. Extérieurement, la couche détachée se compose de tubes semblables à ceux de l'écorce extérieure (liège), puis d'un prosenchyme semblable à celui de l'écorce moyenne et enfin d'un parenchyme à parois épaissies ; ces deux dernières couches composent, avec l'épiderme, les bases foliaires.

La figure 5, représentant une section tangentielle passant par la partie externe de l'écorce, est destinée à montrer les ouvertures foliaires, occupées, en partie, par un tissu délicat. La section tangentielle passant par l'épiderme (fig. 6) montre les bases foliaires, ayant la forme de losanges disposés en quinconce. Pour M. Williamson, les sections des bases foliaires sont très variables ; il regarde comme caractéristique, une section passant, d'après nous, dans la région inférieure du coussinet, en dehors du sinus transversal, de la trace foliaire et de l'ouverture de la chambre ligulaire. Cette section rappelle, pour M. Williamson, une feuille déprimée acuminée.

L'examen détaillé, que nous avons fait des figures de la planche XXIV, nous a démontré que le bois secondaire formait une couronne continue, également épaisse dans toutes ses régions. Le liber et la zône moyenne de l'écorce interne sont complètement détruits. Nous avons cru remarquer, en nous basant sur les traces foliaires figurées, sur les fentes radiales de l'écorce moyenne et du liège et sur la forme des coussinets, que les feuilles et les traces foliaires sont distribuées suivant douze hélices dextres.

Dans ce même travail, M. Williamson examine un spécimen de *Sigillaria vascularis* provenant de la collection de M. Butterworth. Il confirme l'opinion de M. Carruthers et distingue deux espèces distinctes, mais voisines, parmi les échantillons décrits par Binney. Il figure (pl. XXV, fig. 8) la section de l'axe central, de la zône ligneuse et d'une portion de l'écorce. L'axe médullaire est caractérisé, dans ce spécimen, par l'absence totale de vaisseaux (1) dans la portion centrale et par sa division en deux moitiés par une ligne allant depuis cette portion centrale jusqu'à sa périphérie. La portion centrale de la moelle et ses expansions latérales sont formées par une masse de cellules rayées (cellules réticulées et fibres primitives) disposées en piles verticales, avec des cloisons transversales, fort irrégulièrement inclinées. A l'extérieur de cet axe cellulaire existe un anneau épais de vaisseaux rayés, mêlés vers l'intérieur avec des cellules rayées, sans

(1) M. Williamson signale d'autres spécimens avec nombreux vaisseaux médullaires, mais centraux, pourvus toujours d'un espace central prolongé à droite et à gauche par une ligne transversale qui divise la moelle en deux moitiés. Pour nous, ce sont des spécimens voisins des dichotomies.

Digitized by Google

interposition de ces éléments vers l'extérieur. Les éléments extérieurs sont les plus petits. Nous n'avons pu voir, sur la figure, d'arrangement régulier pour cet anneau de vaisseaux qui correspond à notre couronne vasculaire et à notre zône de pointements. La zône ligneuse (notre bois secondaire), bien développée, consiste en vaisseaux rayés, très régulièrement disposés en séries radiales ; elle est épaisse de dix-huit rangées de vaisseaux, étroits à l'intérieur, plus larges à l'extérieur. Les rayons médullaires (nos rayons ligneux secondaires) sont très abondants ; les plus larges longent les vaisseaux (nos cordons foliaires). M. Williamson remarque avec raison que la zône ligneuse a une croissance exogène ; les nouveaux vaisseaux s'ajoutent à l'extérieur de chaque série et sont pourvus de parois relativement minces. Les écorces interne et moyenne ont un parenchyme peu épais ; ce serait pour le savant de Manchester une des caractéristique de *Sigillaria vascularis,* les tissus corticaux apparaîtraient aussi, dans cette espèce, bien près de la zône ligneuse ; ils sont disposés radialement. L'écorce externe est la continuation vers l'extérieur des mêmes séries linéaires ; elle est formée d'éléments prosenchymateux étirés en longs tubes (notre liège). L'écorce aurait soixante-deux rangées de cellules.

Les faisceaux vasculaires foliaires proviendraient, d'après M. Williamson, de la zône ligneuse ; on en voit trois sur la fig. 8 de la pl. XXV ; mais ils sont moins nets que chez *Lepidodendron selaginoïdes*. Les canaux creusés dans l'écorce (fentes radiales) sont difficilement visibles.

L'examen de la figure 8 (pl. XXV) ne nous a pas permis de compter le nombre des séries foliaires de ce spécimen, la zône des pointements n'étant représentée que par une ligne sombre où l'on ne peut rien distinguer, et les masses vasculaires, extérieures au bois secondaire, étant trop rares et trop déplacées. Pour nous, la division de la masse ligneuse primaire en deux portions égales indique un rameau voisin d'une dichotomie égale. De plus, la couronne ligneuse secondaire est en contact direct (par suite d'écrasement ou d'accident de fossilisation) avec l'écorce moyenne et même en certains points avec le liège. Cette constatation, faite d'après la fig. 8 de la planche XXV, nous empêche d'attribuer une grande valeur à la distinction établie par M. Williamson pour la spécification anatomique du *Lepidodendron selaginoïdes* et du *Sigillaria vascularis*, basée sur le peu d'épaisseur du parenchyme cortical et sur l'apparition du liège au voisinage du bois secondaire.

En 1872, E. W. Binney décrit un nouveau spécimen (n° 33) de *Sigillaria vascularis* (1), trouvé dans la Veine « Bullion » à Spa-Clough, près Burnley. Cet

(1) E. W. Binney, *Observations on the structure of the fossil plants found in the carboniferous strata. Part. III, Lepidodendron.* London 1872. Palæntograph Soc.; vol. for 1871, pp. 63-96 ; pl. XIII-XVIII ; Voir spécialement p. 81 ; pl. XIV, fig. 4, 5, 6.

Digitized by Google

échantillon, de forme ovale, mesure 43 mm sur 19 mm, suivant les deux diamètres. Il présente deux axes vasculaires, formés de larges utricules scalariformes (nos systèmes ligneux primaires) séparés par un fin tissu « orthosenchymateux » ; ils sont entourés par un cylindre rayonnant vasculaire (notre bois secondaire), disposé en coins et relié par des rayons médullaires. Ces axes sont plongés dans un parenchyme délicat en partie détruit. Plus à l'extérieur, un parenchyme conservé passe, peu à peu, à un tissu formé de cellules disposées en séries rayonnantes (liège). L'écorce extérieure a été transformée en charbon. Des massifs vasculaires partent du cylindre central et se rendent aux feuilles.

L'examen attentif des figures de Binney nous montre que l'on a affaire à un rameau se dichotomisant également. Le tissu orthosenchymateux correspond à nos fibres primitives. Il s'étend, comme dans tous les échantillons voisins des dichotomies, de la région axiale du bois primaire jusqu'à l'extérieur de celui-ci. De plus, le bois secondaire est moins développé dans une branche que dans l'autre et ne présente pas le retour intérieur et la double zône que Williamson a figuré pour ses spécimens décrits dans la partie III. Les traces foliaires ne sont pas suffisamment visibles sur les figures pour voir leur disposition relative.

En 1872, M. Williamson (1) décrit, dans son Mémoire sur les plantes de Burntisland, quelques jeunes tiges simples de *Lepidodendron*, non spécifiquement dénommées, ainsi qu'un *Diploxylon*. Il regarde les premiers comme les états jeunes du second ; il figure ces deux types dans leurs états extrêmes, sans donner les termes de transition qui les réuniraient. Le savant paléobotaniste de Manchester agit de même pour deux rameaux en voie de bifurcation, dont l'un se trouve à l'état lépidodendroïde et dont le second est à l'état diploxyloïde. Nous ne nous occuperons, dans cette analyse, que de ce dernier (2), qui présente des particularités bien curieuses et bien intéressantes (voir pl. XLIII, fig. 20-22), bien que lui aussi ne soit pas spécifiquement dénommé. Le rameau en question présente un cylindre vasculaire central partagé en deux portions ouvertes du côté intérieur et ayant chacune la forme d'un fer à cheval ; en ces points, les tissus médullaire et cortical sont en contact, et bordés extérieurement par une zône ligneuse exogène. M. Williamson émet l'opinion que les deux portions du cylindre vasculaire central ne se ferment pas par de nouveaux vaisseaux qu'il appelle médullaires, mais bien par la zône exogène ; celle-ci, due à l'équivalent d'un cambium dans l'échantillon de Burntisland, pénètre dans une

(1) W.-C. Williamson, *On the organisation of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. III. Lycopodiacées*, reçu 29 février, lu 7 mars 1872. Philosophic. transac 1872; pp. 28, 318, pl. XLI-XLV.

(2) Ce spécimen est des plus intéressants au point de vue de l'origine et de la croissance du bois secondaire. Nous y reviendrons plus tard, dans le travail que nous préparons sur ce sujet.

Digitized by Google

des portions du cylindre vasculaire, contre la zône des vaisseaux (notre couronne vasculaire) et la sépare, sur une certaine étendue, des tissus médullaires (notre région axiale du bois primaire).

M. Williamson émet, avec raison, l'opinion que ces déformations du cylindre vasculaire central sont toutes locales et voisines des points de dichotomie.

Ce rameau bifurqué de Lépidodendron, parvenu à l'état diploxyloïde, montre, en outre, une particularité très curieuse. Tandis que la portion supérieure du cylindre vasculaire central (1) n'est entourée que d'une seule zône vasculaire exogène, la portion inférieure l'est par une double zône exogène ; la première zône est semblable à la zône exogène de la portion supérieure du cylindre vasculaire central ; la seconde zône, au contraire, bien que de constitution semblable, est formée d'éléments beaucoup plus petits. Ce serait pour M. Williamson une formation jeune, plus récente, produite par une sorte de feuillet cambial qui, avec l'âge, deviendrait semblable au premier bois secondaire. Elle se compose de files rayonnantes de petits vaisseaux barrés et de masses cellulaires qui deviendront des rayons médullaires, plus larges à l'extérieur que vers le centre ; nous le répétons, c'est pour Williamson un tissu jeune, à moitié développé, de croissance exogène, comparable au xylem des Allemands. Nous ne partageons pas, sur ce point, les vues du savant anglais ; nous voyons, dans cette seconde zône exogène, non un bois secondaire jeune, formé à une seconde période, après un ralentissement dans le fonctionnement de la zône cambiale, mais un bois secondaire arrivé à son état définitif, formé au début d'une période de végétation. Nous avons observé des faits de même ordre et nous les expliquons, comme il vient d'être dit. De plus, à notre avis, la différence de structure des deux portions du cylindre vasculaire central et des zônes exogènes, qui les entourent, est une preuve de l'indépendance des deux branches et de leur croissance inégale.

En 1875, E.-W. Binney (2), s'occupant à nouveau du *Sigillaria vascularis,* décrit et figure (pl. XIX, fig. 1) un spécimen (n° 39) provenant du Hard-Seam de South Owram, de forme ovale, mesurant 33 ^{cm} de circonférence, 135 ^{mm} et 81 ^{mm} suivant les deux diamètres. L'axe central et la zône ligneuse rayonnante y sont épaisses de 27 ^{mm} de diamètre. Le cylindre rayonnant extérieur (écorce moyenne et liège), marqué par des lignes rayonnantes, se compose d'utricules, à parois épaissies, disposées en masses cunéiformes, divisées par du tissu cellulaire, au milieu duquel chemine un cordon vasculaire. La surface est transformée en charbon.

(1) Se rapporter à la fig. 20, pl. XLIII, du mémoire analysé.

(2) E.-W. Binney, *Observations on the structure of fossil plants found in the Carboniferous strata; Part. IV, Sigillaria et Stigmaria.* Palæontogr. Soc., vol. for 1875. London, 1875, pp. 97-147, pl. XIX-XXIV.

Digitized by Google

L'extérieur de ce spécimen (fig. 2) montre une surface décortiquée, striée et sillonnée, et des cicatrices subéreuses.

Binney représente (pl. XX, fig. 1 et 2) le cylindre vasculaire central et la zône ligneuse au grossissement de $\frac{4,5}{1}$. L'axe central est composé de tubes hexagonaux, barrés, disposés sans ordre ; ils sont petits au centre, grandissent vers l'extérieur et redeviennent petits au contact du cylindre ligneux rayonnant. Des accidents de fossilisation ont déformé et même rompu cet axe central et le bois secondaire. Le cylindre ligneux rayonnant, très large, consiste en tubes tetra ou hexagonaux, allongés, obtus ou arrondis à leurs extrémités, ornementés de barres simples ou anastomosées. Petits à l'intérieur, ces éléments s'élargissent vers l'extérieur. Ce cylindre est divisé en masses cunéiformes, séparées par des rayons étroits ou larges, rarement visibles à l'œil nu. La ligne noire qui sépare l'axe central (bois primaire) du cylindre ligneux (bois secondaire), n'a pas permis à Binney de voir l'origine des cordons vasculaires et des rayons médullaires. Il représente aussi (pl. XX, fig. 3) une section tangentielle, passant par le cylindre ligneux, au grossissement $\frac{16}{1}$, avec rayons et tubes vasculaires (cordon foliaire). En ce qui concerne le plus large rayon, ou cordon vasculaire, Binney ne sait pas si le tissu vasculaire est entouré de tissu cellulaire, comme chez *Stigmaria*. Il n'a pas de preuve directe pour le réunir à l'axe central. Le cylindre extérieur, prosenchymateux, à utricules allongées (notre liège), représenté (fig. 4) en coupe tangentielle, est traversé par des masses cunéiformes d'un tissu à cellules lâches qui diminuent vers l'extérieur et qui est parcouru, en son milieu, par les massifs vasculaires foliaires.

La fig. 5 (pl. XX) représente la section transversale d'un petit *Sigillaria vascularis* (spécimen 40), à axe central et cylindre ligneux rayonnant. La description que Binney en donne n'apporte aucune connaissance supplémentaire du type. L'examen de la figure montre que la couronne vasculaire et la zône des pointements sont coupés par une bande de fibres primitives qui réunissent la région axiale du bois primaire avec le bois secondaire. Cette disposition nous prouve que Binney était en présence d'un rameau voisin d'une dichotomie à branches inégales, comparable à ceux que nous décrirons dans un travail ultérieur.

Binney a isolé certains axes centraux de leurs cylindres rayonnants intérieurs, dans le but de voir les rapports des rayons médullaires avec ces axes centraux ; mais il n'a pas obtenu de preuve, montrant l'origine de ces rayons qu'il voit s'arrêter à la ligne sombre, limite de ces deux tissus. Sur les parois internes des cylindres ligneux rayonnants, l'auteur n'a pas observé les ouvertures que l'on trouve chez les *Stigmaria*. Aussi, il déclare, à la fin de son mémoire, ne pas avoir vu partir les cordons vasculaires de l'axe central ou d'un étui médullaire semblable à celui de *Stigmaria ficoïdes* à coins ouverts.

Dans le même mémoire, Binney décrit, sous le n° 44, et figure (pl. XXII) un échantillon qui provient de la veine Bullion, à Clough-Head près Burnley et qu'il

Digitized by Google

rapporte à une racine ; l'axe central est composé de grands et petits tubes de cellules barrées, les petits étant au centre. Entre l'axe central et le cylindre rayonnant, il y a une ligne sombre (zône des pointements). Le cylindre ligneux rayonnant est formé de tubes rectangulaires, qui augmentent de taille vers l'extérieur ; ils sont disposés en séries rayonnantes, mais ils ne sont pas distribués en coins et n'offrent pas, à l'intérieur, les ouvertures ovales qu'on observe chez les *Stigmaria*. Ce cylindre ligneux est coupé par des rayons étroits, uni ou bisériés et par de larges cordons vasculaires. A l'extérieur du cylindre ligneux, il existe une zône de parenchyme lâche, mal conservé, qui passe au cylindre extérieur, formé de tissus prosenchymateux. Celui-ci est traversé par de nombreuses cavités (fig. 2, pl. XXIII), en forme de cloche qui contiennent les massifs vasculaires alimentant les radicelles. Ces cavités en forme de cloche sont suffisantes, d'après Binney, pour montrer que l'on est en présence d'un *Stigmaria* de *Sigillaria vascularis*. Il est à regretter que la figure donnée par Binney n'embrasse pas une étendue plus grande de la coupe ; car alors on pourrait voir les véritables relations de ces cavités en forme de cloche avec les fentes radiales qui sillonnent le liège, et par conséquent, avec les traces foliaires. Sans rien pouvoir affirmer, nous émettons des doutes au sujet de l'attribution de ce spécimen à une racine ; nous nous demandons si l'on n'est pas en présence de fentes radiales plus ou moins déformées (car la figure indique des déformations notables), dans lesquelles avaient pénétré des radicelles, comme cela arrive assez fréquemment dans tous les tissus plus ou moins désorganisés.

Dans la neuvième partie de son grand travail, publiée en 1878 (1), M. Williamson revient sur le *Lepidodendron sclaginoïdes*. Il l'identifie au *Sigillaria vascularis*, de Binney ; car il ne montre pas les sillons et les saillies caractéristiques des Sigillaires, tandis qu'il présente tous les caractères (écorce, feuilles.....) des Lépidodendrons. Sans revenir sur la description donnée dans la partie II de son ouvrage, le savant paléo-botaniste d'Owen's college figure (pl. XXII, fig. 33) une portion d'une section transversale montrant une partie de l'extérieur du groupe médullaire, qu'il reconnaît être (p. 337) la *masse vasculaire primaire* du jeune axe, et une partie de la zône exogène peu épaisse et des tissus corticaux voisins. M. Williamson pense que la masse vasculaire primaire représente le cylindre vasculaire de *Lepidodendron Harcourtii*, avec cette différence que les cellules y sont plus nombreuses au centre et que les vaisseaux y forment à eux seuls la périphérie. Il émet aussi l'opinion que les vaisseaux de l'axe central pouvaient grossir et que leur nombre augmentait jusqu'à un certain point. La zône exogène a ici un déve-

(1) W.-C. Williamson, *On the organisation of the fossil plants of the Coal-Measures*, part. IX, Philos. transact., 1878, reçu 7 juin, lu 15 nov. 1877, pp. 319-364, pl. XIX-XXV.

Digitized by Google

loppement limité ; elle est composée de lames rayonnantes, de vaisseaux qui augmentent de taille de l'intérieur vers l'extérieur et qui sont séparés par de nombreux rayons médullaires. La couche corticale se diviserait en deux feuillets, l'un interne, l'autre externe, reliés en certains points par des bandes radiales, mais le plus souvent séparés par un espace vide. C'est la première fois que l'on décrit la portion parenchymateuse du liber et de l'écorce ; ces trois zônes correspondent aux régions que nous avons désignées sous les noms suivants : 1° assises cambiale et libérienne interne ; 2° trabécules et assise péricambiale ; 3° gaîne et portion profonde de la zône rayonnée de l'écorce interne. M. Williamson, se basant sur la structure des trabécules conclut à la nature parenchymateuse de ce tissu. Il n'a pas encore eu l'occasion de voir le tissu grillagé. On voit aussi sur la figure précitée, trois traces vasculaires foliaires : deux dans notre liber interne ; la troisième dans notre assise péricambiale. De plus, à la limite de la masse vasculaire primaire et de la zône ligneuse exogène, M. Williamson représente aussi des petits vaisseaux provenant de la périphérie de la masse vasculaire primaire (notre zône des pointements) traversant la zône exogène et arrivant dans l'écorce (notre liber).

La fig. 34 (pl. XXII) représente une coupe radiale affectant neuf feuilles. Elle montre les rapports des divers tissus de la fig. 33 ; on y voit, en plus, le parenchyme à éléments épaissis de l'écorce externe (notre écorce moyenne), la couche prosenchymateuse (notre liège), les bases foliaires très régulièrement disposées, enfin la course des traces foliaires.

La fig. 35 (pl. XXII) montre un massif vasculaire se détachant de la périphérie de la masse vasculaire primaire, traversant obliquement la zône ligneuse exogène et se redressant verticalement en arrivant dans la portion la plus interne de l'écorce (assises cambiale et libérienne intérieure). Ce massif vasculaire traverse la zône exogène, en entraînant quelques éléments parenchymateux, issus de l'axe médullaire ou, plus probablement, du tissu de l'écorce (lisez fibres primitives), à travers laquelle il passe avant l'établissement de la zône exogène.

La fig. 36 (pl. XXI) est une coupe tangentielle passant par la zône exogène ; elle montre les vaisseaux barrés, les rayons médullaires et deux ouvertures lenticulaires par lesquelles ont passé les cordons vasculaires.

La fig. 37 est une portion de la section radiale. On y voit une trace foliaire qui se comporte de la même manière que dans la fig. 35. Un autre cordon vasculaire arrivé dans le liber interne monte, lui aussi, verticalement ; puis il se courbe de plus en plus vers l'extérieur et s'étend de nouveau obliquement, depuis l'écorce moyenne jusque dans les feuilles, en arrivant au niveau où un autre cordon foliaire se détache de l'axe vasculaire primaire.

En terminant cet examen, M. Williamson compare ce Lépidodendron avec la plante de Burntisland, et trouve une ressemblance très grande même dans les

Digitized by Google

bases foliaires. Il arrive à cette conclusion que ces plantes ont un caractère vraiment lépidodendroïde, malgré leurs zônes ligneuses exogènes que Brongniart indique comme caractéristiques des Sigillariées.

En 1881, M. Williamson émet, dans la onzième partie de son grand travail (1), l'opinion que le *Sigillaria vascularis,* de Binney, est un vrai *Lepidodendron selaginoïdes*. Il étudie plusieurs nouveaux spécimens de ce type. En premier lieu, le savant anglais figure (pl. XLVII, fig. 1) la section transversale d'un rameau aplati, pourvu de nombreuses bases foliaires. L'axe central se compose d'un mélange de cellules barrées, de cellules lisses et de vaisseaux isolés ou réunis en petits groupes. Les vaisseaux barrés forment, à la périphérie, une zône continue (notre couronne vasculaire). Nous signalerons dans ce spécimen le tissu prosenchymateux (liège), qui se développe d'abord en regard des feuilles (voir aussi notre spécimen IV). Les feuilles sont formées d'un parenchyme épais. M. Williamson considère, comme faisceaux foliaires, les masses *g'* que nous regardons comme les sections de la chambre ligulaire, avec ou sans ligule. Il signale aussi les condensations particulières du tissu *g''*, qui s'étendent dans la largeur de la base foliaire ; mais il n'en donne pas l'explication ; c'est pour nous le représentant de la lame subéreuse qui sépare le coussinet de la feuille. L'examen de la figure 1 nous montre que les traces foliaires et les appendices sont distribués suivant neuf hélices dextres.

Le second échantillon (pl. LI, fig. 2) appartient à M. W. Cash, d'Halifax. Il est remarquable par ce fait que tous les tissus corticaux sont conservés, et il est à regretter qu'un segment seulement de ce spécimen soit représenté. Toutefois, on y voit : la périphérie de la zône vasculaire (notre couronne vasculaire et notre zône des pointements) ; l'écorce interne, que M. Williamson rapporte à un endophlœm, subdivisée en trois régions : l'interne, formée de très petites cellules (notre liber interne parenchymateux) ; la moyenne, composée d'éléments plus grands (notre liber grillagé que M. Williamson n'a pas reconnu) ; l'externe, dont les cellules tendent à se disposer en séries concentriques (assise péricambiale, gaîne, et premiers rangs de la zône profonde de l'écorce interne). L'écorce moyenne (qui est pour nous l'écorce interne), rarement conservée, consiste en un parenchyme délicat dont les cellules intérieures montrent un arrangement radial (c'est le reste de notre zône profonde rayonnée et, plus extérieurement, la zône moyenne de notre écorce interne). La zône corticale externe, toujours conservée, consiste en cellules à parois épaissies, devenant plus petites vers l'extérieur ; les plus internes *(é)* sont, d'après M. Williamson, comprimées accidentellement ; nous

(1) W.-C. Williamson, *On the organisation of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. XI.* Philosoph. transac., 1881. Reçu 3 juin, lu 17 juin 1880, pp. 283-305, pl. XLVII-LIV.

Digitized by Google

ne le pensons pas, car, dans certains spécimens, nous avons trouvé, à cette place, un tissu semblable et d'origine secondaire. Les cellules périphériques de l'écorce externe passent à un tissu prosenchymateux (liège), dont les éléments sont disposés radialement. A l'extérieur, on voit un coussinet foliaire coupé près de l'ouverture de la chambre ligulaire. Dans ce spécimen, les traces foliaires ont leur parcours habituel. Une d'elles se trouve dans le liber, à la hauteur des deux massifs grillagés *b'*, *b''*, qu'elle sépare. Nous déplorons vivement que ce remarquable spécimen n'ait pas été figuré en entier et que tout le système libéro-ligneux n'ait pas été plus fortement grossi, car il serait très important et très curieux de constater la disposition des traces foliaires, ainsi que celle des pointements trachéens dans ce type qui présente la forme du *Lepidodendron vasculare* de Binney.

Le troisième spécimen, décrit dans ce travail, est représenté fig. 3, pl. XLVIII : c'est un axe vasculaire médullaire avec croissant ligneux exogène, coupé par de nombreux rayons médullaires et occupant le tiers environ de la circonférence. Celui-ci a débuté en un point et s'est, de là, propagé à droite et à gauche. La figure ne montre que les bois primaire et secondaire ; mais, autour d'eux, on voit les sections des cordons foliaires.

La figure 4 (pl. XLVIII) représente un segment de la section transversale d'un quatrième rameau. On y voit l'axe vasculaire en entier, formé de nombreuses cellules barrées et entouré par un croissant exogène ; les tissus extérieurs jusqu'aux bases foliaires ne sont représentés que sur un petit secteur. Le croissant exogène a enfermé l'axe vasculo-médullaire sur les 2/3 de sa circonférence. Dans l'endophlœm, la portion parenchymateuse seule est conservée. Le tissu grillagé et la zône moyenne de l'écorce interne sont détruits. Le liège, plus épais, est continu ; il se développerait, pour M. Williamson, par l'extérieur. Contrairement à son opinion, nous montrerons que le liège croît par l'intérieur. L'épaisseur du liège est, pour le savant anglais, une indication de l'âge du rameau. L'examen de la figure 3 nous montre un coussinet coupé dans la région de la chambre ligulaire *g'*. Nous avons constaté que les traces foliaires sont, dans ce spécimen, distribuées suivant onze hélices dextres.

La figure 5 (pl. IL) montre le système libéro-ligneux d'un cinquième rameau très étroit, pourvu d'un croissant exogène presque continu. Nous y avons compté sept hélices foliaires. Dans l'endophlœm, la portion parenchymateuse est seule conservée.

La figure 6 (pl. L) représente la masse libéro-ligneuse d'un autre rameau pourvu d'une couronne ligneuse exogène continue. Une portion de l'axe primaire était détruit avant la fossilisation. Le liber parenchymateux est seul conservé et présente de nombreuses traces foliaires disposées suivant neuf hélices dextres.

Le septième spécimen, représenté figure 7 (pl. L), est une vieille tige dont l'axe médullaire, d'un diamètre de vingt-cinq fractions de pouce, est entouré d'une

Digitized by Google

épaisse couronne continue de bois exogène. Cette zône ligneuse exogène est composée de coins réguliers, rayonnants, étroits, semblables à ceux des Gymnospermes. Les rayons médullaires sont nombreux, larges, et renferment, presque tous, des vaisseaux barrés, allongés radialement. Une portion de l'écorce *e* seule existe sur cette coupe ; l'écorce moyenne est très réduite ; le liège *f* est de plus en plus épais.

Dans une série de spécimens de sa collection, M. Williamson voit que le diamètre de l'axe augmente à mesure que la zône exogène se développe. Il émet l'opinion que ces deux faits sont liés à l'accroissement et à l'âge de la branche. De plus, il pense que cet accroissement est dû, non à un simple élargissement des cellules et des vaisseaux primitifs de l'axe vasculo-médullaire, mais à une grande multiplication de leur nombre ; ces éléments auraient conservé une activité génésique, longtemps après le développement de la zône exogène. Cet accroissement diamétral provoquerait nécessairement un élargissement de la zône exogène qui se manifesterait par intercalation de nouveaux éléments. Nous ne partageons pas la manière de voir du savant d'Owen's-College ; nous croyons, au contraire, que le bois primaire, formé en un point donné par un sommet végétatif, conservait toujours sa taille primitive. La largeur des sommets végétatifs variait d'un spécimen à l'autre ; c'est à ce fait, et non à la croissance, que l'on doit, à notre avis, attribuer le diamètre, variable d'un spécimen à l'autre, de la masse libéro-ligneuse primaire. Pour nous, le développement du bois secondaire est tout à fait indépendant. Ce dernier point fera l'objet d'un travail ultérieur.

Plus loin, M. Williamson compare la plante dichotome de Burntisland, décrite dans la troisième partie de son travail, avec un nouveau spécimen bifurqué, mais plus jeune, qu'il figure (pl. IL, fig. 8). Les deux moitiés du cylindre vasculaire ont la forme d'un fer à cheval, dont les cellules corticales les plus intérieures (celles qui sont placées entre ces deux moitiés) réunissent les cellules médullaires (nos fibres primitives). L'ensemble des éléments corticaux et des traces foliaires est le même que dans les spécimens 5 et 6 de ce travail. Toutefois, les deux moitiés libéro-ligneuses ne sont pas semblables : la moitié gauche présente, en effet, du côté supérieur de la figure, un arc de bois secondaire ; tandis que la moitié droite n'offre pas de vaisseaux secondaires, mais montre, dans la région inférieure droite du dessin, des cellules disposées en séries radiales que M. Williamson regarde comme le représentant d'un cambium et que nous rapportons à un parenchyme secondaire.

Après avoir traité, dans ce même mémoire, du *Lepidodendron Harcourtii*, M. Williamson revient plus loin (p. 294) sur la présence de cellules rayées dans les rayons médullaires, fait qu'il avait déjà signalé dans la partie II (p. 236, fig. 23, pl. XXVII). Il les indique ici principalement à la région périphérique du bois secondaire (fig. 21, pl. LIII). Il les signale et les figure aussi (pl. LIV, fig. 22), à

Digitized by Google

la limite de l'étui médullaire et de la zône exogène. Il ne sait si l'on doit regarder ces vaisseaux barrés comme appartenant à la zône exogène ou au cylindre médullaire, car, au point de naissance des rayons médullaires, des cellules barrées, allongées sont mêlées aux petits vaisseaux et sont associées à des cellules non barrées. En suivant radialement l'un de ces rayons, on voit les cellules barrées augmenter de nombre et grossir vers l'extérieur. Nous démontrerons plus loin que ces éléments vasculaires, cheminant dans les rayons médullaires, sont des traces foliaires issues de la zône des pointements trachéens.

Dans le premier volume de son cours de Botanique fossile, M. B. Renault traite du *Sigillaria vascularis* de Binney (1), à la suite des Sigillaires et des Diploxylons. Pour lui, le cylindre complet, fermé, du bois centripète est formé de trachéides rayées, augmentant de diamètre vers l'intérieur ; c'est notre couronne vasculaire. Il n'est pas, comme chez les Diploxylons, limité par un contour régulier du côté de la moelle ; mais il envoie, dans celle-ci, des prolongements multiples. De plus, au sein même du tissu médullaire, on trouve d'autres faisceaux isolés de trachéides rayées, de forme variable. M. Renault admet donc une sorte de moelle. A l'extérieur du cylindre de bois centripète, il y a un arc ou un anneau de bois centrifuge, formé de trachéides rayées, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires. Ce cylindre extérieur est parcouru par de nombreux faisceaux foliaires. M. Renault rapporte au liber tout l'espace de tissu détruit que nous avons divisé en liber, gaîne et écorce interne. Pour le savant du Muséum, l'écorce ne commence qu'au tissu résistant, qui forme notre écorce moyenne. Ce sont, à l'intérieur, des cellules polygonales irrégulières, plus hautes que larges, qui vont en diminuant de diamètre et en s'allongeant vers l'extérieur. Les parties les plus externes sont franchement fibreuses et disposées en séries rayonnantes. M. Renault pense que les cordons foliaires sont constitués comme ceux de *Diploxylon,* mais il ne l'affirme pas, vu le mauvais état des échantillons qu'il a pu étudier.

En 1886, le Dr Johannès Félix (2) donne la description de la structure de quelques plantes du terrain carbonifère de Westphalie. Il parle de l'axe et de la feuille du *Lepidodendron selaginoïdes*. Dans cette analyse, nous ne parlerons que de l'axe, n'ayant point à nous occuper, dans ce travail, de l'appendice que nous

(1) B. Renault, *Cours de Botanique fossile,* 1re année, t. I, p. 147, pl. XVIII, fig. 13 et pl. XIX, fig. 1.

(2) Johannès Félix. — *Untersuchungen über den inneren Bau westphälischer Carbon-Pflanzen,* 1886. — Publié dans les Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. — Band VII, Helft 3. — Berlin 1887, pp. 17, 27. — Pl. III, fig. 6 et pl. IV, fig. 4.

Digitized by Google

n'avons pu étudier. M. Félix assigne au stipe la structure suivante : Chez un jeune rameau, l'axe central se compose de trachéïdes scalariformes et de cellules parenchymateuses ; les trachéïdes forment exclusivement la portion périphérique ; les plus petites sont situées au bord extérieur. Vers le centre, on voit, entre les trachéides, des cellules parenchymateuses dont le nombre augmente peu à peu, de manière à former dans la région axiale un tissu parenchymateux, au milieu duquel les trachéides sont isolées ou réunies par petits groupes. M. Félix signale, dans des échantillons plus âgés, des éléments parenchymateux centraux avec ornementations scalariformes ; ce sont nos cellules réticulées.

Le bois secondaire débute en un point de la périphérie du bois primaire et gagne de là radialement et latéralement (à droite et à gauche), jusqu'à ce qu'un anneau complet, plus épais dans la région où le bois secondaire a apparu, entoure complètement l'axe central. Ce bois secondaire consiste en trachéides scalariformes, disposées en séries radiales. Il est coupé par des rayons, le plus souvent unicellulaires, pour lesquels M. Félix rejette, avec raison, le qualificatif de médullaires, qui implique l'existence d'une moelle (ce qui n'est pas), et propose le nom de rayons parenchymateux. La zône ligneuse secondaire est traversée par les massifs vasculaires scalariformes des traces foliaires qui, d'après l'anatomiste allemand, « laissent « déjà reconnaître leur disposition plus ou moins régulière. » Dans de très vieux spécimens, M. Félix a remarqué que, dans les files ligneuses secondaires, à de grosses trachéïdes pouvaient faire suite des éléments plus petits qui, disposés eux aussi en files radiales, augmentaient de taille vers l'extérieur. Il ne s'explique pas ce fait et, tout en comparant ces massifs de petites trachéïdes aux éléments constitutifs des traces foliaires, il ne constate pas entre eux de rapports certains. Pour nous, ces massifs de petites trachéïdes secondaires ont été formés à une période de ralentissement de la végétation; nous avons observé des faits du même ordre, que nous exposerons en détail dans un travail ultérieur.

M. Félix donne les dimensions totales des échantillons qu'il a étudiés, ainsi que celles de leurs régions ligneuses primaire et secondaire. Il émet l'opinion que la section primitive des rameaux était elliptique, avant même la compression qu'ils ont subie, laquelle n'a fait qu'augmenter cette forme elliptique. Il cite ensuite l'opinion de M. Williamson, d'après laquelle l'axe central croît en diamètre par suite de la multiplication des éléments, à mesure que le rameau avance en âge. M. Félix ne trouve pas, dans les échantillons qu'il a examinés, de rapports réguliers entre le diamètre de l'axe central et l'épaisseur de l'anneau ligneux exogène ; il ne pense donc pas qu'il y ait croissance graduelle de l'axe central. Nous ne pouvons qu'approuver la conclusion du savant allemand, nous réservant de donner nos raisons au cours de ce travail. Voulant ensuite expliquer les différences qui existent entre les dimensions des bois primaires et secondaires, M. Félix entrevoit que l'axe vasculo-médullaire a pu être, dès le jeune âge, diversement disposé. Il pense

Digitized by Google

que les exemplaires décrits du *Lep. selaginoïdes* peuvent être rangés en deux groupes : le premier, caractérisé par un axe central petit et circulaire ; le second, par un axe central plus grand et elliptique. Mais il n'affirme rien ; car, un peu plus loin, il dit qu'un gros échantillon, dont le contour est très elliptique, pourrait bien être sur le point de se bifurquer.

A l'exemple de M. Williamson, M. Félix divise l'écorce en trois parties :

L'écorce interne est composée de trois couches, dont l'interne serait formée par de grandes cellules parenchymateuses, disposées en cercle. Cette région doit correspondre à notre liber ; mais M. Félix ne semble pas l'avoir reconnu.

L'écorce moyenne, qui répondrait à notre écorce interne, rarement conservée, est formée d'un tissu délicat composé de cellules disposées radialement vers l'intérieur et distribuées sans ordre vers l'extérieur.

L'écorce externe débute par une couche de cellules parenchymateuses, disposées en cercle, à parois épaisses dans la partie interne. Puis, vient une couche de cellules irrégulières (notre écorce moyenne), passant à un tissu prosenchymateux (notre liège) disposé radialement. Ce dernier tissu se développe d'abord au niveau des insertions foliaires, puis forme peu à peu un anneau complet à mesure que le rameau se développe. Ce tissu prosenchymateux se développe beaucoup à mesure que la plante croît, tandis que les écorces moyenne et interne semblent disparaître presque complètement. Entre les files de fibres prosenchymateuses, on verrait des rangées de grandes cellules à parois minces, à section transversale rectangulaire allongée, se perdre radialement ; leur nombre et leur disposition sont variables d'un échantillon à l'autre.

M. Félix rappelle la course des faisceaux foliaires, verticale dans son écorce interne, oblique dans son écorce moyenne, et horizontale dans son écorce externe.

Le savant allemand figure la surface d'un Lépidodendron qu'il rapporte au *Lep. selaginoïdes* à cause de sa structure ; mais il n'ose, vu le mauvais état de conservation des cicatrices extérieures, identifier ce spécimen avec celui figuré par Sternberg.

L'année suivante, en 1887, M. DE SOLMS-LAUBACH (1) publia son introduction à la Paléophytologie et rapporte les études de Binney et de M. Williamson relatives au *Lepidodendron selaginoïdes*, tout en donnant son opinion personnelle basée sur l'examen de ce fossile. Le premier, il fait nettement la distinction entre la structure primaire et la structure secondaire. Pour lui, le cylindre de bois central, peu épais, se compose de trachéïdes scalariformes ou réticulées, allongées (notre couronne ligneuse), entre lesquelles sont disséminées des trachéïdes courtes, isodiamétriques, et des cellules parenchymateuses qui augmentent de nombre vers

(1) DE SOLMS-LAUBACH, *Einleitung in die Palæophytologie*, Leipzig, 1887, pp. 224-231.

Digitized by Google

le centre (notre région axiale). Les trachéïdes de la périphérie sont les plus étroites (notre zône des pointements). M. de Solms reconnaît parfaitement le liber qui forme un anneau large, composé de tissu délicat, généralement détruit et traversé par les cordons vasculaires des nombreuses traces foliaires. Dans ceux-ci, l'auteur ne voit qu'un cordon homogène, peut-être collatéral, dans lequel il ne peut reconnaître d'une façon absolue le protoxylem. Au bord externe du liber se trouve une lame de parenchyme, formée de quelques assises cellulaires, que M. de Solms rapporte au liber. Nous ne pensons pas de même ; c'est pour nous la zône rayonnée de l'écorce interne.

M. de Solms émet l'opinion (et c'est aussi la nôtre) que le cylindre central homogène est formé par la réunion de plusieurs faisceaux ; nous nous expliquerons, à ce sujet, dans nos conclusions.

D'après lui, l'écorce, très épaisse, forme trois anneaux, s'emboîtant l'un dans l'autre. L'écorce interne, rarement conservée, se compose d'un tissu délicat lacuneux. Nous pensons que le savant de Strasbourg a pris pour des lacunes véritables, certains trous dus à la destruction partielle de ce tissu qui est complètement homogène dans les échantillons bien conservés. L'écorce externe, se détachant facilement de l'écorce interne par une ligne nette, en serait souvent complètement séparée. Elle présente des saillies qui sont les sections des coussinets coupés à des hauteurs diverses et ayant, par suite, des grandeurs et des formes différentes. Sous l'épiderme, on voit un parenchyme dont les cellules sous-épidermiques épaississent fortement leurs parois et prennent un caractère sclérenchymateux. L'écorce moyenne, très épaisse, est coupée par des fentes radiales allongées, où circulent les portions supérieures horizontales des traces foliaires, dont la région ligneuse est d'ordinaire seule conservée. On voit donc que M. de Solms, le premier, a constaté les relations qui existent entre les traces foliaires et les fentes radiales de l'écorce moyenne. Celle-ci se divise en deux assises, dont le développement est inverse dans les jeunes et dans les vieux exemplaires. L'assise externe est formée de cellules parenchymateuses rectangulaires, disposées en files radiales, à parois minces. L'assise interne se compose de cellules arrondies, disposées irrégulièrement, à parois épaisses. D'après le savant allemand, l'assise interne ne subirait aucune modification, tandis que l'assise externe serait due à l'activité continuelle d'un méristème que l'on voit à l'extérieur et qui est formé de cellules pressées ; cette zône, comparable à un phellogène, produirait beaucoup de phelloderme et peu de phellem sous forme d'une mince couche de cellules alignées radialement, qui se détache avec le cylindre extérieur. M. de Solms ne croit pas à la formation d'un véritable liège, la principale croissance en épaisseur étant due au phelloderme. Nous différons d'avis à ce sujet : pour nous, la zône méristématique de M. de Solms consiste en une zône de tissu subéreux écrasé, à parois radiales souvent rompues. Le phellem correspond à notre tissu de raccord, de nature subé-

Digitized by Google

reuse, entre l'écorce moyenne et la zône des coussinets. Le phelloderme est, pour nous, un véritable liège qui se développe vers l'intérieur, aux dépens de l'assise interne de l'écorce moyenne ; celle-ci, en effet, très épaisse dans le jeune âge, diminue de puissance à mesure que le liège se développe et que la plante vieillit.

En plus de ces tissus, chez le *Lepidodendron vasculare*, apparaît, entre la masse ligneuse primaire et le liber, une formation ligneuse secondaire due à un cambium qui, ainsi que le liber, est refoulé de plus en plus vers l'extérieur. Ce bois secondaire peut apparaître tout autour de la masse ligneuse primaire ou seulement en un point de la périphérie de celle-ci ; il est formé par des trachéïdes scalariformes allongées, disposées en séries radiales ; il est coupé par des rayons médullaires parenchymateux, les uns étroits et bas, les autres larges, élevés, fusiformes au milieu desquels passent les cordons foliaires. L'épaisseur de ce bois secondaire est très variable. C'est dans cette voie qu'il faudrait, d'après M. de Solms, faire quelques recherches pour trouver peut-être des différences spécifiques entre les divers échantillons. M. de Solms range, avec M. Williamson, le *Lepidodendron selaginoïdes* parmi les Cryptogames.

En terminant, le savant botaniste de Strasbourg signale la manière dont se bifurque cette plante et reproduit, en partie seulement, la figure de Binney montrant une dichotomie égale, chaque branche contenant la moitié de la région axiale qui touche au parenchyme libérien.

En 1889, MM. Th. Hick et W. Cash publièrent un travail sur la structure et les affinités des Lépidodendrons (1) où ils figurent, à nouveau, un secteur d'une coupe de *Lepidodendron selaginoïdes*, déjà représentée par M. Williamson dans la XI^e^ partie de son mémoire. Ils decrivent à nouveau (p. 320) la structure de la tige de cette plante, en donnant une bien meilleure interprétation des divers tissus. Pour eux, l'anneau de trachéïdes et de vaisseaux, désigné par M. Williamson sous les noms de « moelle vasculaire, axe vasculaire, cylindre vasculaire », est formé d'éléments scalariformes ou réticulés. Les vaisseaux, situés à la périphérie, semblent être plutôt spiralés. C'est, pour les auteurs, ou bien un massif vasculaire unique, ou bien la réunion de plusieurs massifs vasculaires. En tout cas, cette masse centrale constitue pour MM. Hick et Cash, *le bois primaire*.

Le *liber primaire*, ou écorce intérieure de M. Williamson, se divise en trois zônes : l'interne formée par de très petites cellules ; la moyenne à éléments plus larges les auteurs n'y reconnaissent pas les cellules grillagées ; l'externe dont les cellules ont une tendance à se disposer en cercles. Ce liber appartient, pour ces auteurs, à la même masse libéro-ligneuse que le bois de l'axe vasculaire.

(1) Th. Hick et W. Cash, *On the structure and affinities of Lepidodendron*. Proceedings of the Yorkshire geological et polytechnic Society, v. XI, Part. II, 1889, p. 316-332, pl. XVI.

Digitized by Google

L'écorce moyenne de M. Williamson (notre écorce interne) est formée de parenchyme délicat, dont les cellules présentent à l'intérieur une disposition radiale (notre zône rayonnée).

L'écorce externe consiste en un tissu dont les cellules à parois épaisses diminuent de taille vers l'extérieur et passent à un prosenchyme dont les éléments sont disposés radialement. Ce prosenchyme apparaît, d'après M. Williamson, à la partie extérieure, voisine des feuilles, et devient ensuite continu à mesure que la tige croît en âge, à la manière d'un cambium situé à la périphérie. Les auteurs admettent, d'après cette description de M. Williamson, deux tissus distincts, qu'il serait avantageux de séparer. Pour eux (et nous ne pouvons que les approuver), le tissu à parois épaisses est *l'écorce primaire ;* c'est à lui seul qu'on doit appliquer le nom *d'écorce externe*. Les cellules prosenchymateuses manquent dans l'écorce primaire des jeunes rameaux et forment un *tissu secondaire,* provenant d'un méristème secondaire et pouvant être regardé comme une sorte de phelloderme surajouté au tissu primaire.

A la périphérie de la section transversale, l'écorce externe s'étend dans les bases foliaires.

En plus de ces tissus, que l'on peut regarder comme fondamentaux et caractéristiques, la tige du *Lepidodendron selaginoïdes,* complètement développée, présente une masse de tissu vasculaire secondaire. C'est ce tissu que M. Williamson a appelé indifféremment : « zône exogène, zône vasculaire, zône ligneuse. » Ce tissu vasculaire secondaire est intercalé entre le bois primaire et le liber. Il consiste en masses cunéiformes de trachéïdes scalariformes allongées, séparées par des rayons médullaires. Bien que souvent ce tissu soit d'abord uni-latéral, il forme, à la longue, une zône continue autour du bois primaire. Les éléments de ces coins croissent en diamètre de l'intérieur vers l'extérieur, jusqu'à un certain maximum, après quoi il n'y a plus de croissance. Sous l'action d'un anneau cambial, la croissance de ce bois secondaire est exogène ; c'est ainsi que se produirait l'accroissement diamétral des tiges.

Enfin, les massifs vasculaires foliaires naissent à la périphérie du bois primaire et traversent tous les tissus extérieurs.

Pour MM. Hick et Cash, le bois et le liber primaire forment une masse cylindrique au centre de la tige. Ils ne savent encore si elle est simple, ou composée d'une réunion de massifs libéro-ligneux, ou si elle est formée par la juxtaposition des traces foliaires, ou s'il y a des parties propres à la tige. Ils ajoutent qu'il est plus probable que cette masse libéro-ligneuse axiale est une réunion de plusieurs massifs. Nous nous expliquerons, à ce sujet, dans nos conclusions.

Les auteurs de ce travail admettent, pour les écorces moyenne et externe de M. Williamson, les termes usités par de Bary, à savoir : parenchyme intérieur pour l'écorce moyenne, hypoderme pour l'écorce externe.

Digitized by Google

Pour MM. Hick et Cash, les tissus primaires du *Lepidodendron selaginoïdes*, sont donc :

1° Le cylindre axial vasculaire, formé de bois et de liber ;

2° La masse corticale divisée, en parenchyme intérieur et en hypoderme.

Les tissus secondaires sont :

1° Une zône cambiale, apparaissant entre le bois primaire et le liber et donnant naissance au bois secondaire exogène ;

2° Un autre anneau cambial, développé dans l'hypoderme et fournissant le phelloderme sclérenchymateux, de nature mécanique.

Ces zônes cambiales ne fourniraient que du bois et du phelloderme. La production de liber pour la première et d'écorce pour la seconde est douteuse.

Plus loin, les auteurs ajoutent, avec grande raison, qu'il ne faut considérer comme fondamentaux et caractéristiques que les tissus primaires des *Lepidodendron*, et que les tissus secondaires, dus à des nécessités d'adaptation, doivent être relégués au second plan dans les questions taxonomiques.

En 1890, dans le tome II de la flore fossile de Commentry (1), M. Renault, le premier, décrit les coussinets foliaires de *Sigillaria vascularis*. Il constate que les mamelons foliaires sont distribués suivant deux lignes spirales contiguës. Il donne les dimensions et les formes des sections tangentielles. Il indique de plus quatre cicatricules sur la cicatrice foliaire. Trois sont placées à peu près, au même niveau, au tiers de la hauteur, à partir du haut : celle du milieu, allongée transversalement, en arc, donne passage au cordon foliaire ; les deux autres, placées de chaque côté, un peu au-dessus, seraient confluentes par leur bord supérieur et remplies d'un tissu à gros éléments. Ces deux cicatricules latérales correspondent à l'ouverture de nos massifs de tissu parichnique. La quatrième cicatricule est placée un peu au-dessus du milieu de la hauteur et dans le plan de symétrie vertical du mamelon. Elle est remplie d'un tissu fin sur la nature duquel M. Renault ne se prononce pas. Pour nous, c'est le tissu de la ligule. Cette description des positions relatives des cicatricules du mamelon foliaire est parfaitement exacte ; nous différons seulement d'avis sur l'orientation du mamelon et nous pensons que l'ouverture ligulaire est située au-dessus de la trace foliaire et non au-dessous, comme il résulterait de la description de M. Renault.

Le savant paléo-botaniste du Muséum termine en disant : « Comme on le voit, « les cicatrices foliaires du *Sigillaria vascularis* diffèrent notablement de celles des « Sigillaires et doivent constituer un genre à part. »

(1) Renault et Zeiller, *Études sur le terrain houiller de Commentry*, livre II, flore fossile, 2° partie, par M. B. Renault, pp. 534 et 535, Saint-Étienne, 1890.

FIN DE LA BIBLIOGRAPHIE.

Digitized by Google

STRUCTURE ANATOMIQUE DU STIPE

DE

LEPIDODENDRON SELAGINOÏDES, STERNB.

A. Échantillon n° 1

Forme et régions de la section

La section transversale que nous désignons sous cette appellation : *Échantillon n° I,* est une préparation faite dans un petit rameau de *Lepidodendron selaginoïdes*. Elle nous a été gracieusement donnée par le savant naturaliste d'Halifax, M. W. Cash, à qui nous sommes heureux de pouvoir exprimer ici toute notre gratitude. Ce rameau montre *en place* tous les tissus que l'on peut rencontrer dans le stipe de *Lepidodendron selaginoïdes*. Celui-ci était encore assez jeune pour avoir ses coussinets foliaires intacts ; il était, d'autre part, assez âgé pour être pourvu de productions ligneuses secondaires indiscutables et d'une puissante couche subéreuse.

La section de l'échantillon I (pl. I, fig. 1) est elliptique et mesure 22 mm suivant le grand diamètre et 19 mm suivant le petit. Elle présente donc une inégalité des faces antérieure et postérieure, qui se traduit, à l'extérieur par la répartition inégale des coussinets foliaires et, à l'intérieur, par la distribution des pointements trachéens. Les coussinets sont, en effet, plus nombreux, plus rapprochés et plus développés sur une des moitiés de l'échantillon que nous considérons comme la face antérieure *Fa* de l'échantillon (1).

(1) Nous reviendrons sur ce sujet à propos des coussinets et de la disposition des traces foliaires ; M. Bertrand a observé le même fait chez *Lepidodendron Harcourtii*, type. Il est aussi très accusé sur certains spécimens de *Lepidodendron fuliginosum*.

Digitized by Google

L'étude détaillée de cette coupe nous permet de faire connaître :

1° Les divers tissus constituant le rameau :

2° La genèse et le mode d'accroissement du liège :

3° Les sections horizontales principales du coussinet foliaire ;

4° La distribution et la structure des massifs trachéens primaires ;

5° Les rapports exacts des cordons foliaires et de la masse libéro-ligneuse primaire :

6° La trace foliaire à ses principaux niveaux, depuis sa naissance jusqu'à sa sortie dans le coussinet.

Cette section transversale nous montre deux grandes régions : une masse libéro-ligneuse centrale déjà pourvue de productions secondaires et une écorce très épaisse, dans l'intérieur de laquelle est déjà développée une puissante zône subéreuse, isolant une partie des tissus superficiels. L'écorce est limitée extérieurement par une couche épidermique.

La masse libéro-ligneuse (pl. II, fig. 1) peut être subdivisée comme suit :

1° Un cylindre ligneux primaire central *B1*, présentant, à l'extérieur, des massifs plus ou moins saillants, formés de petits éléments ; ce cylindre ligneux n'a pas été déplacé ; son centre de figure γ marque le centre de figure *C* du rameau :

2° Une couronne ligneuse secondaire *B2*, en forme de croissant, qui entoure presque complètement le cylindre ligneux primaire ; ce bois secondaire manque sur la face antérieure *Fa* de l'échantillon ; inversement, il présente son maximum de développement sur la face postérieure *Fp* ;

3° Une zône cambiale *zc*, qui est très accusée sur toute la périphérie du croissant ligneux secondaire et qui commence seulement à s'établir dans la partie où ce tissu fait défaut :

4° Une région libérienne *L*, presque complètement détruite ; il en subsiste des débris près des massifs sortants qui traversent cette région : en ces points, le liber semble former des sortes de trabécules, dans lesquels cheminent les traces foliaires.

A l'exemple de tous les auteurs qui nous ont précédé, nous partagerons l'écorce en trois régions principales :

1° L'écorce interne (pl. I, fig. 1) *Eci* ;

2° L'écorce moyenne *Ecm* ;

Digitized by Google

3° La région des coussinets *Ece* séparée de la précédente par la zône subéreuse *Lg*.

L'écorce interne (pl. I, fig. 1 *Eci)* commence par une gaîne casparienne *G*, peu caractérisée, difficile à reconnaître, mais que nous signalons surtout en vue des comparaisons que nous aurons ultérieurement à faire. A la gaîne succède une zône d'épaisseur très variable d'un échantillon à l'autre et parfois sur un même échantillon ; mais, tel n'est pas le cas du spécimen que nous étudions. Nous l'appellerons zône profonde ou zône rayonnée à cause de l'alignement de ses éléments. Puis, vient la zône moyenne, généralement détruite, qui fournit la masse principale de l'écorce interne. Enfin, extérieurement, l'écorce interne est séparée de l'écorce moyenne par une couche de contact assez mince ; cette couche de contact est immédiatement reconnaissable à sa plus grande densité et à l'alignement tangentiel de ses éléments. Cette dernière zône est beaucoup plus accusée chez les *Lepidodendron Harcourtii* et *L. Nothum*.

L'écorce moyenne (pl. I, fig. 1 *Ecm)* est assez épaisse ; ses éléments extérieurs se recloisonnaient tangentiellement et déterminaient un cambiforme phellique diffus. Les subdivisions de l'écorce moyenne sont moins tranchées que celles de l'écorce interne. Il y a lieu, cependant, en raison des comparaisons que nous aurons à faire, d'y établir trois subdivisions : une zône interne de contact avec l'écorce interne, remarquable par l'étirement tangentiel de certaines de ses cellules ; une zône externe dont les éléments se recloisonnent pour donner le cambiforme phellique, zône bien reconnaissable à ses cellules plus grêles ; une zône moyenne qui passe insensiblement à la zône interne, par sa face interne et à la zône externe du côté opposé. Cette zône moyenne est très inégale ; ses éléments tendent à s'aligner par rapport aux sorties voisines lorsque celles-ci sont très rapprochées.

La région des coussinets (pl. I, fig. 1 *Ece)* est remarquablement conservée sur ce spécimen ; elle montre des saillies et des sinus, dépendant des niveaux auxquels les bases foliaires ont été rencontrées par la section. Nous y distinguerons quatre assises : une assise de contact avec la zône subéreuse, qui a été le siège de recloisonnements lui permettant de raccorder au liège le tissu du coussinet ; une région moyenne surtout développée au niveau des saillies, très réduite au contraire entre celles-ci et le niveau où le coussinet n'est repré-

Digitized by Google

senté que par sa crête médiane ; une région sous-épidermique équivalant à l'assise hypodermique des Lycopodes et Sélaginelles et jouant le même rôle ; une assise épidermique formant la surface du contour, suivant les coussinets dans toutes leurs saillies et tous leurs sinus et n'étant interrompue que par les cicatrices foliaires.

La zône subéreuse (pl. I, fig. 1 *Lg)* est extrêmement hâtive, eu égard au calibre du rameau. Dans cet échantillon n° I, elle mesure deux millimètres et demi. Nous la subdiviserons en trois régions : une zône interne comprenant le cambiforme phellique qui lui donne naissance ; une zône moyenne qui peut offrir des portions, les unes plus denses, les autres moins denses (ce qui tient à l'épaisseur relative des cellules en certains points) ; une zône superficielle très dense, à l'intérieur de laquelle on a souvent placé à tort la zône génératrice du liège. Par sa région extérieure, la zône subéreuse superficielle passe à l'assise subéreuse du coussinet. Ce liège est partagé par de grandes incisions radiales qui correspondent aux trajets horizontaux que décrivent les traces foliaires pour aller de l'écorce moyenne dans le coussinet. Contrairement à ce qui a lieu chez les *Lepidodendron Harcourtii* et *Lep. fuliginosum* où la trace foliaire ne détermine qu'une très petite maille, nous constatons chez *Lep. selaginoïdes* de très grandes mailles verticales, comblées par un parenchyme mou, étiré horizontalement et tangentiellement, généralement détruit, comme c'est le cas dans ce spécimen. Ces grandes lames verticales, particulièrement allongées, découpent le liège en coins étroits ou en lames, dont la forme et la grande épaisseur radiale pourraient avoir une valeur spécifique. Dans ce liège, nous n'avons jamais trouvé ces bandes radiales onduleuses d'éléments sclérifiés qui donnent au liège de *Lepidodendron rhodumnense* et à celui de *Sigillaria spinulosa* leurs aspects si particuliers.

Examinons maintenant la structure histologique de chacun de ces tissus. Nous exposerons ensuite, dans des chapitres spéciaux, la distribution des faisceaux foliaires et la structure de la trace foliaire à ses divers niveaux.

Bois primaire.

Le bois primaire (pl. II, fig. 1 et pl. IV, fig. 1) du *Lepidodendron selaginoïdes* forme une masse pleine, non partagée en deux parties

Digitized by Google

par un sillon de fibres primitives comme chez *Sigillaria vascularis*. Dans ce cylindre ligneux nous distinguerons : une région axiale où les éléments ligneux *V* sont entremêlés de fibres primitives *fp ;* une région moyenne où les éléments ligneux se touchent directement, sans fibres primitives intercalées ; une région périphérique caractérisée par des pointements trachéens.

La *région axiale du bois primaire* (pl. IV, fig. 1) est formée d'un mélange de gros vaisseaux *V*, de cellules ligneuses réticulées *cr,* et d'éléments à parois minces ou fibres primitives *fp*. Lorsqu'ils sont isolés, les gros vaisseaux *V* ont une section transversale circulaire ; lorsqu'ils touchent à d'autres vaisseaux, la cloison commune est rectiligne. Leurs parois sont épaissies, couvertes de raies parallèles ; ce sont des vaisseaux scalariformes, dont chaque face porte, le plus fréquemment, une série d'échelons ; parfois, mais assez rarement, chaque échelon montre une seconde série d'échelons, comme ceux que M. Williamson a déjà signalés dans la partie XVI de son magnifique travail (pl. V, fig. 14 A). Le diamètre des vaisseaux est variable. Ils forment parfois des groupes de un, deux ou trois éléments. Ceux qui s'avancent jusqu'au centre même de la section sont un peu plus petits.

Les cellules ligneuses réticulées (pl. IV, fig. 1 *cr)* sont petites, reconnaissables à leur section transversale polygonale et à leurs parois épaissies, lignifiées, ornées de ponctuations réticulées. Leurs parois longitudinales sont couvertes de ponctuations rayées ; leurs parois transversales portent un épaississement en réseau très reconnaissable (pl. II, fig. 8). Il est plus rare de voir le réticulum se dessiner sur les parois longitudinales. Le réticulum n'étant qu'une très légère modification de l'ornementation scalariforme, on comprend d'ailleurs qu'il y ait, entre les deux, de nombreuses transitions. Parfois ces cellules ligneuses sont recloisonnées transversalement, une ou plusieurs fois.

Les fibres primitives *fp,* mélangées aux éléments précédents, sont un peu moins grandes que les cellules réticulées ; elles ont des parois minces, lisses, non lignifiées ; elles sont fréquemment redivisées transversalement, mais jamais nous n'avons remarqué de cloisonnements tardifs, comme ceux que M. Williamson signale chez *Lepidodendron Harcourtii* et que l'on retrouve chez *Lep. fuliginosum*. Les fibres primitives augmentent de nombre et diminuent de taille

Digitized by Google

quand on se rapproche des régions de dichotomie. Nous voyons donc que, chez *Lepidodendron selaginoïdes*, au centre même du bois primaire, il y a comme une dispersion des éléments ligneux (vaisseaux et cellules réticulées) au milieu des fibres primitives.

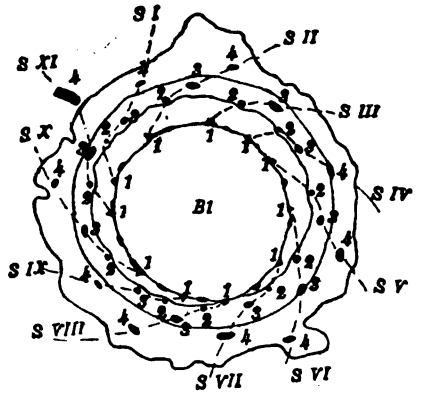
En se rapprochant de la périphérie, les vaisseaux deviennent plus nombreux, forment des groupes plus importants, qui ne tardent pas à se réunir à la région moyenne du cylindre ligneux, de manière à former une sorte de couronne vasculaire continue, sans interposition de fibres primitives. Il en résulte, à la limite de la région interne et de la région moyenne, une alternance plus ou moins régulière de groupes de vaisseaux, tenant à la couronne vasculaire, et de groupes d'éléments plus petits (cellules réticulées et fibres primitives), se rattachant au tissu axial.

La *couronne vasculaire*, ou région moyenne du bois primaire, est formée de trois ou quatre rangs de grands vaisseaux scalariformes (fig. 2 et 3; pl. II, fig. 1 et pl. IV, fig. 1, *V)* directement contigus, sans interposition d'éléments à parois minces. Ces vaisseaux, semblables à ceux de la région centrale, sont, vers l'intérieur, grands et polygonaux; à mesure qu'on se rapproche de l'extérieur ils deviennent moins larges, tout en s'allongeant fortement dans le sens radial. A ces éléments vasculaires, allongés radialement, font suite quelques vaisseaux rayés, polygonaux, qui forment une transition entre les gros vaisseaux et les trachées. Les raies, constituant les ornementations de ces vaisseaux les plus extérieurs, sont plus rapprochées et moins épaisses que celles des vaisseaux plus internes.

Zône des pointements. — Les trachées (fig. 2 et 3; pl. II, fig. 1 et pl. IV, fig. 1, *tr) n'existent qu'en certains points de la périphérie du bois primaire,* où elles forment soit des pointements saillants quand elles vont émettre une trace foliaire, soit des lames tangentielles quand les traces foliaires commencent seulement à paraître. Ces groupes trachéens reçoivent les massifs ligneux qui se rendront dans les appendices; *ils représentent* donc *la partie sortante du bois,* tandis que *la couronne vasculaire et la zône interne, qui ne participent pas à l'émission des pièces sortantes, en figurent plus spécialement la masse réparatrice.*

Digitized by Google

Dans l'échantillon n° I, nous relevons vingt-deux massifs trachéens (fig. 1), situés à la périphérie du bois primaire, inégalement distants les uns des autres, plus nombreux sur la face antérieure. Parmi ces vingt-deux massifs trachéens, onze pointements *1*, plus ou moins saillants, alternent avec onze lames tangentielles de moindre importance et inégalement développées. Le plus souvent les pointements et les lames tangentielles sont séparés par des portions de la couronne vasculaire, où les trachées font défaut. Dans quelques cas cependant, pointements et lames se touchent latéralement, la lame s'étendant toujours à la droite du pointement. Les lames trachéennes sont donc une sorte d'expansion latérale des pointements (1). Il est à remarquer que, dans cet échantillon, les pointements trachéens sont distincts des lames sur la face antérieure, tandis que les lames adhèrent encore aux pointements sur la face postérieure du cylindre ligneux. L'inégalité, déjà signalée dans les faces de l'échantillon, se retrouve donc dans la disposition relative des massifs trachéens. Ce fait, qui indique manifestement une inégalité de faces, est de même ordre que celui signalé par M. C.-Eug. Bertrand chez *Lepidodendron Harcourtii*. On le retrouve aussi, très évidemment, chez *Lep. fuliginosum*. Tous



Grossissement $\frac{10}{1}$.

Fig. 1. — Distribution des pointements trachéens *1* à la périphérie du bois primaire et des traces foliaires *2, 3, 4*, détachées du système ligneux et situées dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce interne.

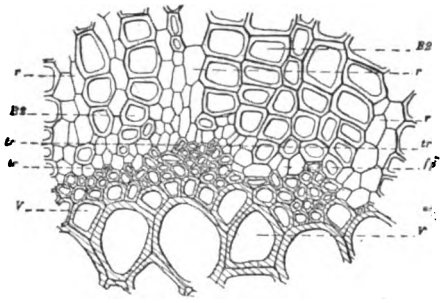
***S I, S II, ...S XI*, hélices foliaires *I, II..... XI*.**

(1) Comme, d'un spécimen à l'autre on peut trouver de légères variations individuelles, nous préciserons davantage en disant que, dans cet échantillon, nous considérons comme pointements isolés les massifs trachéens *1* des séries *S I, S II, S III, S IV* et *S V*, ainsi que les masses comprises entre les séries *S V* et *S VI, S VII* et *S VIII*. D'un autre côté nous regardons comme lames tangentielles les masses comprises entre les séries *S I* et *S II, S II* et *S III, S III* et *S IV, S VIII* et *S IX*, ainsi que les pointements *1* des séries *S VI* et *S VII*. Les lames tangentielles, accolées à la droite des pointements, sont représentées par les groupes *1* des séries *S IX, S X* et *S XI*.

Digitized by Google

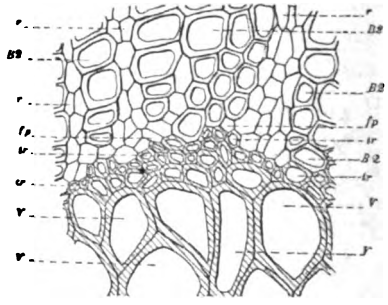
les massifs trachéens *1* des séries *S I... S XI,* ne sont pas également saillants ni également étalés ; leur saillie est d'autant plus prononcée qu'ils sont plus rapprochés du niveau auquel ils se détachent du bois primaire. Tous sont constitués par de petites trachées (fig. 2 et fig. 3 *tr),*

Fig. 2. — Section transversale d'un pointement trachéen saillant.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

Fig. 3.—Section transversale d'une lame trachéenne tangentielle.

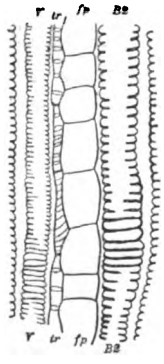


Grossissement $\frac{20}{1}$.

tr, trachées. *V,* vaisseaux ligneux primaires. *fp,* fibres primitives. *B2,* trachéïdes. *r,* rayons ligneux.

à section transversale polygonale ou légèrement circulaire et à section radiale (fig. 4) très allongée, irrégulière. Ces éléments sont beaucoup moins hauts que ceux de la couronne vasculaire. Leurs parois longitudinales sont ornées de ponctuations annulaires ou spiralées, ou de raies très rapprochées les unes des autres. La description détaillée de la forme et de la structure de ces divers massifs trachéens nous conduirait à parler de la trace foliaire. Mais, voulant traiter ce sujet d'une manière approfondie et devant décrire la structure de la trace foliaire à ses divers niveaux, nous nous bornerons ici à ces in-

Fig. 4. — Section radiale d'un pointement trachéen montrant les éléments spiralés et annelés, les premiers vaisseaux scalariformes à échelons rapprochés, les fibres primitives séparant le bois primaire du bois secondaire.



Grossissement $\frac{100}{1}$.
Mêmes notations que fig. 2 et 3.

Digitized by Google

dications générales en renvoyant, pour plus de détails, aux paragraphes intitulés : Distribution des faisceaux foliaires ; Structure de la trace foliaire à ses divers niveaux.

Fibres primitives. — Entre le bois primaire et l'anneau ligneux secondaire, on trouve parfois quelques éléments, à parois lisses moins épaissies que celles des éléments voisins, à section transversale polygonale, un peu plus grands que les trachées. Ces éléments sont des fibres primitives (fig. 2, 3, 4 *fp)* ; elles se distinguent souvent assez difficilement, sur une section transversale, des trachées et des petits vaisseaux scalariformes voisins ; il faut être prévenu de leur existence pour pouvoir, dans certains cas, les reconnaître. Parfois elles présentent un étirement radial et ont été frappées d'hypertrophie ainsi que le montre la section transversale (fig. 2). Dans cette même région, il peut aussi exister quelques éléments de parenchyme secondaire à parois minces qu'on ne peut distinguer que très difficilement des fibres primitives. Celles-ci se voient mieux en section radiale et se montrent sous forme de cellules à parois minces, un peu plus hautes que larges, empilées les unes sur les autres (fig. 4, *fp)* ; elles sont contiguës d'un côté aux éléments ligneux primaires, de l'autre au bois secondaire. Parfois, dans ces fibres primitives, il y a des recloisonnements transversaux. Les fibres primitives sont plus abondantes dans l'arc de la section où le bois secondaire fait défaut. En ce point il ne peut pas y avoir de doute sur leur nature, puisque le parenchyme secondaire n'a pu se produire, la zône cambiale n'y étant pas elle-même établie. Les fibres primitives consistent alors en éléments petits, polygonaux, à parois minces, lisses ; elles sont disposées sur un ou deux rangs et réunissent les éléments ligneux primaires au tissu libérien primaire et à la zône cambiale, qui déborde légèrement de chaque côté du croissant ligneux secondaire.

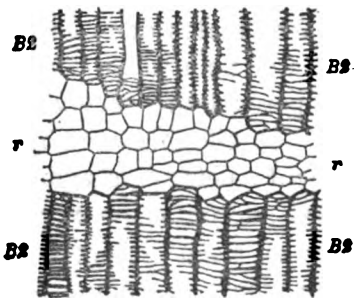
Bois secondaire.

Dans cet échantillon le bois secondaire forme, non un anneau continu autour du bois primaire, mais un croissant dont les extrémités sont très rapprochées, bien que ne se rejoignant pas encore. Ce dispositif ne peut être attribué au voisinage immédiat d'une dichotomie,

Digitized by Google

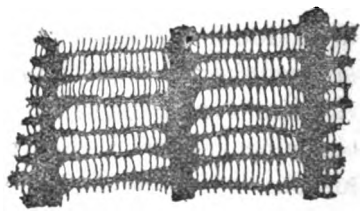
car nous décrirons, dans un travail ultérieur, des échantillons coupés au niveau même de la dichotomie dans lesquels le bois secondaire est tantôt le plus épais en face de la dichotomie et tantôt manque dans cette même région. Le bois secondaire est tout-à-fait indépendant de la masse ligneuse primaire. Dans l'échantillon qui nous occupe, le bois secondaire présente son maximum d'épaisseur sur la face postérieure de l'échantillon (voir pl. I, fig. 1 *Fp*), la solution de continuité du croissant ligneux secondaire étant située à la face antérieure *Fa*. Ce croissant ligneux secondaire est formé (fig. 2 et 3) de trachéïdes *B2* (1), disposées en séries radiales, et de rayons ligneux *r* (2). Les trachéïdes les plus voisines du bois primaire sont d'assez petite taille ; elles deviennent plus grandes à mesure qu'on se rapproche de l'extérieur. Chaque file radiale n'est formée que d'une série d'éléments ; assez rarement une nouvelle file s'intercale entre les rangées existantes. Ces trachéïdes ont une section transversale polygonale et des cloisons épaissies. Leurs parois longitudinales (radiales et tangentielles) sont ornées de ponctuations scalariformes, une échelle occupant toute la largeur de la cloison (fig. 5). Souvent, dans chacune de ces ponctua-

Fig. 5. — Section radiale de la zône ligneuse secondaire.



Grossissement $\frac{75}{1}$.

Fig. 6. — Section radiale d'une portion d'un élément ligneux secondaire montrant le double réseau scalariforme.



Grossissement $\frac{475}{1}$.

B2, trachéïdes. *r*, rayons ligneux.

tions scalariformes, on observe un réseau secondaire (fig. 6), sem-

(1) A la suite de de Bary, nous employons le mot trachéïde pour désigner les éléments du bois secondaire ; on pourrait aussi les regarder comme de très grosses fibres et même comme des vaisseaux scalariformes à cause de leur ornementation.

(2) Il importe de ne pas confondre ces rayons d'une zône ligneuse secondaire continue avec les rayons, dits médullaires, qui séparent les faisceaux unipolaires d'une tige à faisceaux bien séparés.

Digitized by Google

blable à celui signalé déjà chez les vaisseaux ligneux primaires et les cellules réticulées. Sur les trachéïdes les plus extérieures, les raies transversales sont reliées, les unes aux autres, par des épaississements longitudinaux, débordant légèrement les uns sur les autres. Les trachéïdes sont séparées par des cloisons très obliques, dans le voisinage desquelles les raies transversales deviennent, elles aussi, un peu obliques et se dichotomisent vers le bord de la cloison. A la partie extérieure de la masse ligneuse secondaire, les trachéïdes sont parfois contournées, sinueuses, voire même en forme d'S ou de boucle, comme dans le bois secondaire de *Lepidodendron intermedium* (1), ce qui a lieu principalement pour des trachéïdes limitées à droite et à gauche par des rayons qui s'élargissent ou se rétrécissent. Le plus souvent, il y a plusieurs (2, 3 ou 4) files radiales de trachéïdes accolées les unes aux autres sans interposition de rayon ligneux. Quand il n'y a qu'une seule file d'éléments, limitée de chaque côté par un rayon, cette file est généralement dans le voisinage d'un pointement trachéen plus ou moins saillant. Cette même file se jettera à droite ou à gauche, ou même disparaîtra un peu plus haut, au moment où le pointement se détache et devient autonome en formant une trace foliaire.

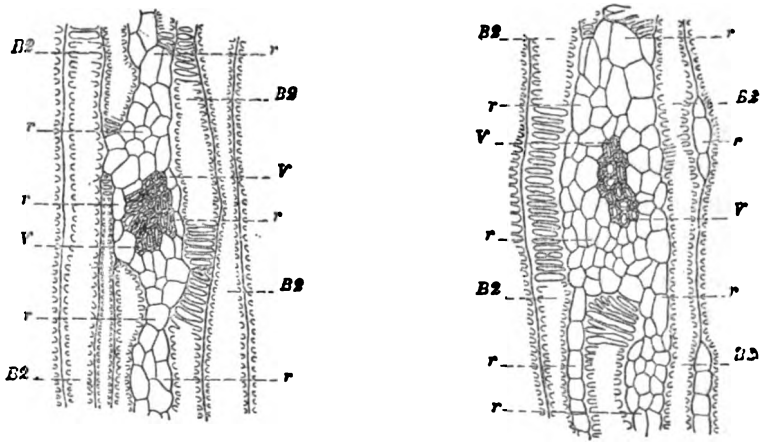
En section transversale, les rayons ligneux sont formés tantôt par une seule, tantôt par plusieurs files de cellules allongées radialement, rectangulaires ou hexagonales, à parois minces, lisses. En section radiale, les cellules des rayons (fig. 5 *r)* sont rectangulaires, aussi hautes que larges. En section tangentielle (fig. 7 et 7 *bis),* les rayons sont très inégaux : les uns sont réduits à une seule file cellulaire horizontale ; les autres sont formés par une lame cellulaire de trois à douze files superposées, les cellules médianes étant plus hautes que les cellules extrêmes, et ces dernières étant triangulaires. Le rayon peut avoir plusieurs files de cellules en épaisseur ; il y a tous les passages entre les plus petits et les plus larges. Dans ces derniers nous trouvons parfois des traces foliaires (fig. 7 et 7 *bis, V)* réduites à l'état de cordons ligneux horizontaux. Les cellules des rayons qui touchent ces cordons sont particulièrement grandes (fig. 7 et 7 *bis).* Sur des sections tangentielles, on voit que les rayons peuvent n'avoir qu'une seule rangée de cellules, mais que, le plus souvent, ils sont

(1) Voir Williamson, Part. XVI.

Digitized by Google

épais de plusieurs rangées, superposées les unes aux autres, dont le

Fig. 7 et 7 *bis*. — Sections tangentielles de la zône ligneuse secondaire montrant aussi des traces foliaires.



Grossissement $\frac{80}{1}$.

B2, trachéïdes. *r*, rayons ligneux. *V*, vaisseaux des traces foliaires.

nombre varie suivant la largeur du rayon. Pour les rayons étroits comprenant une seule file cellulaire en section transversale, la hauteur des rayons varie de deux à douze files d'éléments superposés les uns aux autres. Parfois, deux rayons étroits, pluriséries en hauteur, viennent à se toucher et, à la limite, on peut trouver l'élément supérieur d'un rayon et l'élément inférieur du second rayon au même niveau transversal ; de sorte que, si une coupe transversale passait en ce point, on trouverait un rayon formé de deux files radiales de cellules, alors qu'en réalité il est formé de deux rayons d'une seule file, accolés par leurs extrémités. Les rayons ligneux hauts et larges, formés de plusieurs rangées d'éléments, tant en hauteur qu'en largeur sont fusiformes, très allongés. Ils peuvent être composés de quinze à vingt rangées de cellules en hauteur et de quatre files en largeur. Ces rayons larges débutent, en haut et en bas, par une seule file radiale de cellules ; bientôt ils en ont deux et ce n'est qu'au milieu de leur hauteur qu'ils acquièrent une épaisseur de trois à quatre rangs d'éléments. D'autres rayons semblent même plus larges ; mais ils sont formés par deux larges rayons qui se réunissent par leurs milieux,

Digitized by Google

alors qu'ils sont séparés à leurs extrémités par une trachéïde. C'est à travers ces derniers rayons larges que passent horizontalement les faisceaux foliaires, dans la traversée du bois secondaire. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet.

En étudiant, sur la section transversale, les rapports qui existent entre les massifs trachéens et les rayons ligneux, très nombreux, qui séparent les groupes de files vasculaires et qui s'étendent soit dans toute l'épaisseur du bois secondaire, soit dans une portion du croissant, nous constatons les faits suivants : 1° certains rayons étroits limitent latéralement les lames trachéennes tangentielles ; 2° les rayons larges, doubles, séparés l'un de l'autre par une seule file radiale de vaisseaux secondaires limitent latéralement les pointements trachéens primaires ; 3° les rayons ligneux très larges sont situés en face des pointements trachéens fortement saillants (ces pointements étant coupés près du niveau où ils se détachent du bois primaire) et constituent un chemin tout tracé pour la sortie de la trace foliaire.

Quand la section transversale rencontre, dans la zône ligneuse secondaire, une trace foliaire, celle-ci passe horizontalement dans un rayon très large, les éléments ligneux de la trace étant ordinairement séparés du bois secondaire par un rang d'éléments de rayon ; cependant le contact peut quelquefois être direct.

A mesure qu'on s'éloigne du point où la zône ligneuse secondaire est la plus épaisse, on voit diminuer le nombre des éléments de chaque file. Quand on ne compte plus que deux ou trois trachéïdes dans chaque file rayonnante, les parois de ces éléments sont moins épaisses et restent bientôt minces. Parfois, dans deux files vasculaires contiguës, les éléments d'une file ont des cloisons un peu lignifiées tandis que ceux de la file voisine présentent des cloisons non épaissies. Aux extrémités mêmes du croissant, toutes les trachéïdes ont des parois minces ; elles diminuent de taille et établissent une transition vers les fibres primitives que nous avons vues plus abondantes dans cette région.

Zône cambiale.

Dans cet échantillon, la zône cambiale entoure presque complètement la région ligneuse ; elle se compose de deux à trois rangs

Digitized by Google

(fig. 8 et 9 *zc)* de cellules petites, à parois minces, lisses, disposées en

Fig. 8. — Section transversale de la zône cambiale en face des files de trachéïdes.

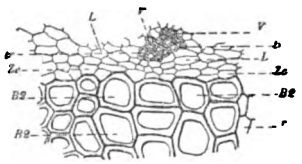
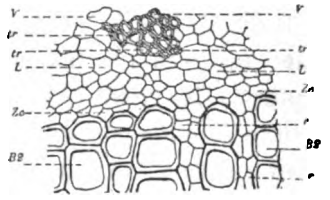


Fig. 9. — Section transversale de la zône cambiale près des rayons ligneux.



Grossissement $\frac{90}{1}$.

B2, trachéïdes. *r,* rayons ligneux. *Zc,* zône cambiale. *L,* liber. *tr,* trachées de la trace foliaire. *V,* vaisseaux scalariformes de la trace foliaire.

files radiales peu accusées. Leur section transversale est rectangulaire, allongée tangentiellement. En section radiale, ces éléments sont rectangulaires, une dizaine de fois aussi hauts que larges. Aux extrémités du croissant ligneux secondaire, les cellules de cette zône cambiale se prolongent exactement avec les files d'éléments ligneux secondaires à parois minces. A mesure qu'on s'éloigne de ces points pour suivre la zône cambiale dans la région où elle a fourni un assez grand nombre d'éléments ligneux secondaires, on voit que cette correspondance entre les files rayonnantes de la zône génératrice et les séries radiales du bois secondaire disparaît en regard des trachéïdes alors qu'elle se conserve vis-à-vis des rayons (fig. 8 et 9). En effet, on voit souvent deux, trois et parfois quatre cellules cambiales limiter extérieurement une trachéïde. Cela tient à ce que les éléments cambiaux qui doivent se transformer en trachéïdes ont pris de suite un grand développement radial et tangentiel. Les cellules de la zône cambiale étirées tangentiellement par suite de l'accroissement diamétral se sont recloisonnées deux, trois ou quatre fois radialement. Mais les éléments de rayons ne s'élargissent pas comme les trachéïdes ; leurs files radiales ont conservé avec les cellules cambiales non étirées et non recloisonnées, les rapports qu'elles avaient au moment de leur formation.

Sur la face antérieure du rameau, là où manquent les productions ligneuses secondaires, la zône cambiale n'est interrompue que sur un très petit secteur. Elle prend naissance tout contre le cylindre ligneux

Digitized by Google

primaire, sous forme de cloisonnements tangentiels dans les fibres primitives voisines des trachées ; mais il n'y a rien de bien fixe à cet égard, et, dans d'autres spécimens, cette zône génératrice peut apparaître dans les éléments libériens les plus intérieurs ; c'est ce qui explique pourquoi on peut, en certains points, trouver du bois secondaire directement en contact avec les éléments ligneux primaires, alors qu'en d'autres points on rencontre un nombre plus ou moins grand de fibres primitives entre les trachéïdes et les éléments ligneux secondaires. Dans ce dernier cas, il peut y avoir intervention de parenchyme secondaire, produit de la façon suivante : Avant que la zône cambiale fonctionne, quelques cloisonnements tangentiels ont apparu dans les fibres primitives et ont formé un tissu de nature secondaire, dans lequel se développe ultérieurement la zône cambiale.

Dans l'échantillon n° I, la zône cambiale avait fourni vers l'intérieur le croissant ligneux secondaire, comprenant sept rangées d'éléments, au point le plus épais, sur la face postérieure ; vers l'extérieur, elle n'avait pas encore donné de liber secondaire. Pendant cette première période, cette zône génératrice produisait surtout du bois, un peu comme cela se voit chez les Mélastomacées. A notre avis, le bois secondaire s'est formé rapidement et d'une façon continue. Ordinairement, les éléments des séries radiales, qui devaient fournir les files de trachéïdes, se dilataient très rapidement et, à un moment donné, plus ou moins tôt, lignifiaient leurs parois. Pendant ce temps, les cellules des rayons étaient étirées radialement. Les cellules cambiales, situées en face des files de trachéïdes, subissant un étirement tangentiel intense, conséquence du rapide accroissement diamétral de l'axe, se recloisonnaient radialement et devenaient plus nombreuses que les files vasculaires ; il y avait alors comme un arrêt dans la végétation. Ces faits, corroborés par d'autres observations, nous font supposer que l'échantillon que nous décrivons se trouvait, au moment de sa fossilisation, à une de ces périodes de repos, ou mieux de ralentissement de croissance. Sa zône cambiale présente en effet des éléments bien plus étroits tangentiellement et en bien plus grand nombre que les rangées vasculaires ; elle ne pouvait donc continuer celles-ci régulièrement et il devait fatalement se produire, dans la suite, un certain nombre de nouvelles files vasculaires et de nouveaux rayons. Nous pensons donc que l'échantillon en question était arrivé à un point

Digitized by Google

de développement tel que, si la zône génératrice s'était remise à fonctionner, elle aurait fourni des éléments secondaires plus petits, séparés par de nouveaux rayons, comme cela se produit quelquefois, ainsi qu'en témoignent plusieurs de nos échantillons et le Lépidodendron diploxyloïde de Burntisland figuré par M. Williamson (Part. III, pl. XLIII, fig. 20). Nous reviendrons sur ce point soit en parlant de ces divers échantillons, soit dans un travail ultérieur.

Liber.

Le liber forme un anneau continu autour de la zône cambiale. Il est mal conservé dans cet échantillon ; c'est pourquoi, avant de décrire ce tissu tel que nous le voyons dans ce spécimen, nous nous croyons obligé de donner une idée de son organisation générale.

Dans le *Lepidodendron selaginoïdes,* le liber montre une très grande différenciation dont nous ne connaissons pas d'équivalent dans les Cryptogames vasculaires actuelles, même chez les Fougères Polypodiacées comme les *Demstœdtia.* Ce que M. Bertrand nous a appris du liber chez les *Lepidodendron Harcourtii* et *L. fuliginosum* ne donne aucune idée de la structure de ce tissu chez le *Lep. selaginoïdes.* On y distingue des bandes parenchymateuses radiales, sortes de trabécules plus ou moins obliques qui, vers l'extérieur, s'incurvent à droite et à gauche, de façon à se réunir parfois aux bandes similaires voisines. C'est ce tissu qui est le plus généralement conservé ; il a un rôle mécanique et entoure les traces foliaires qui, encore réduites aux éléments ligneux, cheminent dans le liber presque verticalement, en s'écartant insensiblement vers l'extérieur, ainsi que l'a montré M. Williamson (Part. IX). Vers l'extérieur, ce parenchyme libérien à grands éléments forme, contre la gaîne casparienne, une couche ou nappe péricambiale, épaisse de un à deux rangs de cellules. En ces points, les éléments ont leur grand axe tangentiel. Les mailles, dessinées par ces trabécules mécaniques, sont occupées par le tissu grillagé, qui forme ainsi des sortes de massifs ou ilôts plus ou moins étendus. La portion grillagée du liber est le plus souvent détruite. Il résulte de cette disposition que, sur une section transversale, la portion parenchymateuse du liber forme une série d'arches plus ou moins larges, dont les piliers constituent des trabécules radiaux et dont les voûtes,

Digitized by Google

laissées par les piliers et les arches, sont occupées par le tissu criblé. Certains piliers mécaniques, très obliques, peuvent traverser le tissu criblé et y paraître isolés sur une section transversale ; plus bas, ils tiennent encore à la zône cambiale ; plus haut, ils se rattachent au tissu péricambial. Ces piliers mécaniques entourent toujours une masse ligneuse sortante. Le tissu grillagé (1) consiste en larges files radiales, très régulièrement disposées, dans lesquelles alternent de grandes cellules grillagées et de petits éléments parenchymateux. Les cellules grillagées, à section carrée, sont hypertrophiées et séparées les unes des autres par une ou deux cellules parenchymateuses, souvent aplaties, voire même écrasées, environ deux fois plus larges tangentiellement que radialement. La succession des tubes criblés et des cellules parenchymateuses se fait aussi régulièrement que dans le liber des *Poroxylon,* ou dans celui des *Sphenophyllum.* Chaque file se relie bien régulièrement à un élément de la zône cambiale. Nous avons donc, dans le *Lepidodendron selaginoïdes,* un liber à zônes radiales très régulières, aussi différencié que celui du *Sphenophyllum* et plus complexe que celui de nos Cryptogames vasculaires actuelles (2).

Dans l'échantillon n° I, la seule partie du liber qui soit conservée correspond : aux trabécules mécaniques et aux arcades obliques, qui entourent les groupes ligneux sortants ; au péricambium ; à la partie du liber qui touche la zône cambiale.

Contre la zône cambiale, le liber est formé, dans ce spécimen (fig. 8 et 9 *L),* par un ou deux rangs de cellules inégales, un peu aplaties radialement, une fois et demie aussi hautes que larges, à parois minces, lisses, à section transversale quadrangulaire allongée tangentiellement, à section radiale également quadrangulaire. Les plus antérieurs de ces éléments sont placés dans le prolongement des cellules cambiales et peuvent, à la rigueur, être considérés comme d'origine secondaire.

Les trabécules sont formés par des éléments deux fois aussi hauts que larges, à parois minces, à section radiale rectangulaire, à

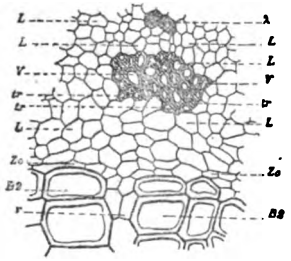
(1) Cette description du tissu grillagé est empruntée à d'autres spécimens de *Lepidodendron selaginoïdes,* que celui qui nous occupe en ce moment.

(2) Les libers sériés des *Helminthostachys* et des *Botrichium vergescens* sont beaucoup moins différenciés que celui-ci.

Digitized by Google

section transversale polygonale (fig. 10 *L)* légèrement arrondie (sans méats cependant), isodiamétriques contre le liber intérieur, s'allongeant un peu radialement au milieu du trabécule pour redevenir isodiamétriques. Vers l'extérieur, ces éléments s'étirent tangentiellement et s'étalent à droite et à gauche contre la gaîne, où ils forment une couche péricambiale. Quand les trabécules sont assez rapprochés, ils forment des arcades complètes. Ces trabécules mécaniques sont épais d'une dizaine de rangées de cellules. Quand la trace foliaire arrive vers le milieu de la masse libérienne, celle-ci commence à se différencier et à se spécialiser par rapport à la trace. Il en résulte qu'un massif grillagé, formé d'éléments un peu plus volumineux que les cellules parenchymateuses, apparaît au dos du massif ligneux primaire. La trace devient, à partir de ce moment, libéro-ligneuse ; mais, dans l'échantillon n° I, le massif grillagé est détruit, comme tous les tissus criblés et, au dos du massif ligneux primaire, on voit une lacune (fig. 11 *Lac.L)* indiquant la place du massif grillagé de la trace foliaire. On voit donc que la portion foliaire du liber est excessivement réduite et apparaît très tardivement ; sa région réparatrice, au contraire, est très développée. Dans la partie externe du liber (région péricambiale) on voit, dans quelques points, des lati-

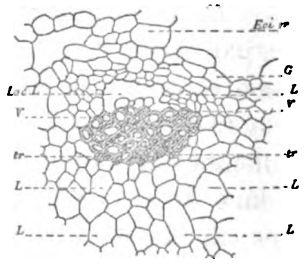
Fig. 10. — Section transversale d'un trabécule parenchymateux libérien, présentant une trace foliaire parvenue près de la région extérieure du liber.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

B2, trachéïdes secondaires.
r, rayon ligneux.
Zc, zône cambiale.
L, Liber.
tr, trachées et *V*, vaisseaux scalariformes de la trace foliaire.
l, laticifères situés dans la portion libérienne de la trace foliaire.

Fig. 11.—Section transversale d'un trabécule libérien avec trace foliaire libéro-ligneuse voisine de la gaîne.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

L, Liber.
tr, trachées et *V*, vaisseaux scalariformes de la trace foliaire.
Lac.L, Lacune due à la destruction de la masse grillagée de la trace foliaire.
G, Gaîne protectrice.
Ecizr, Zône rayonnée de l'écorce interne.

Digitized by Google

cifères (fig. 10 *l*), principalement au dos des traces foliaires. Mais, là où ils existent (1), ils sont beaucoup moins nombreux que chez les *Lepidodendron Harcourtii* et *L. fuliginosum*. Il n'y a pas de fibres dans le liber ; il nous paraît même probable que celles-ci font défaut comme chez les Sphénophyllums et les Poroxylons. Dans les trabécules, cheminent les masses vasculaires des traces foliaires, qui sont reliées aux grandes cellules des trabécules par des éléments de même forme, mais un peu plus petits.

Dans les vides laissés entre les trabécules libériens, on voit, par endroits, quelques restes du tissu criblé ; ce sont de grandes cellules déformées, devenues circulaires, à parois minces. Mais, dans cet échantillon, ce tissu est trop mal conservé pour que nous nous y arrêtions davantage.

Le volume et la forme des masses vasculaires, qui se rendent aux feuilles, varient rapidement dans la traversée de la zône libérienne. Dans la région intérieure, ces masses, réduites à leur bois, sont petites, circulaires et déjà cependant entourées de tous côtés par les éléments des trabécules ; à mesure qu'elles se rapprochent de l'extérieur, elles s'épaississent radialement et s'élargissent tangentiellement ; elles acquièrent aussi une forme elliptique, le grand axe de l'ellipse étant dirigé tangentiellement. A ce moment, se produisent la différenciation et la spécialisation du liber, que nous venons d'indiquer ; les traces foliaires ne sont plus alors limitées qu'en avant et sur les côtés par les cellules des trabécules, et on voit en arrière la lacune postérieure, qui a été primitivement occupée par du tissu criblé. C'est à cet état que le faisceau foliaire sort du liber. Nous nous limitons à ces indications sommaires sur la structure des traces foliaires situées dans la masse libérienne et nous renvoyons, pour plus de détails, au chapitre spécialement consacré à la trace foliaire.

Écorce interne.

Gaîne protectrice ou *gaîne casparienne*. — Le tissu que nous dési-

(1) Dans l'échantillon n° I, nous avons rencontré fort peu de laticifères. Il faut même être prévenu qu'il peut y en avoir pour les découvrir. Mais, dans d'autres spécimens, les laticifères sont plus nombreux et mieux visibles.

Digitized by Google

gnons sous le nom de *gaîne* (1), chez le *Lepidodendron selaginoïdes,* n'est que l'assise la plus interne de l'écorce interne. Elle est formée (fig. 11 et 12 *G)* d'une rangée de cellules, allongées tangentiellement, très étroites radialement, sept à dix fois plus hautes que larges, à section transversale rectangulaire, à section radiale rectangulaire. Les parois des éléments de la gaîne sont toutes légèrement, mais *également* épaissies et ne présentent pas de plissements ou de cadres d'épaississement. On les reconnaît surtout à leur forme un peu différente de celle des éléments péricambiaux : les cellules de la gaîne sont plus larges tangentiellement ; elles alternent irrégulièrement avec les éléments péricambiaux et semblent parfois recloisonnées une ou deux fois radialement. La gaîne forme une couronne continue autour du système libéro-ligneux ; tantôt elle touche directement les vides occupés par le tissu criblé ; tantôt elle est en contact avec les trabécules libériens et leurs expansions latérales. Lorsque la trace foliaire vient faire saillie à la périphérie du liber, la gaîne se recourbe vers l'extérieur et enveloppe la trace sortante.

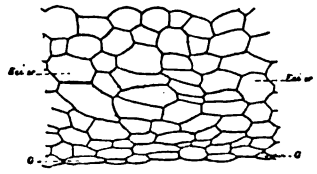


Fig. 12. — Section transversale d'une portion de la gaîne et de la zône rayonnée de l'écorce interne.

Grossissement $\frac{75}{1}$.

G, Gaîne.

Ecizr, Zône rayonnée de l'écorce interne.

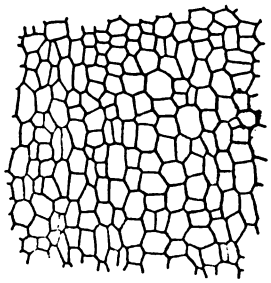
Zône profonde ou *zône rayonnée de l'écorce interne.* — La zône profonde de l'écorce interne correspond à la zône rayonnée du *Lepidodendron fuliginosum.* Elle forme, à l'extérieur de la gaîne, une couronne continue, épaisse d'une dizaine de rangées de cellules. Les éléments des rangs les plus intérieurs ont une section transversale (fig. 11 et 12 *Ecizr)* polygonale irrégulière, allongée tangentiellement ; vers l'extérieur, les cellules deviennent plus grandes, elliptiques, à grand axe tangentiel ; elles ne laissent pas entre elles de méats. Ces

(1) Dans cet échantillon et dans quelques autres, la gaîne nous semble bien caractérisée. Mais, dans une seconde catégorie de spécimens, nous n'avons pas retrouvé ce tissu. Nous croyons cependant devoir en parler spécialement, à cause des comparaisons que nous pourrons faire ultérieurement ; ce tissu est, en effet, *extrêmement différencié* autour des traces foliaires de *Lepidodendron Harcourtii,* dès que celles-ci ont quitté la masse libéro-ligneuse centrale.

Digitized by Google

cellules présentent un agencement radial accusé et souvent aussi un agencement tangentiel (fig. 12). Au contact de la zône moyenne de l'écorce interne, on constate souvent (et c'est le cas pour l'échantillon qui nous occupe) un affaissement de la zône rayonnée. Parfois, et cela principalement dans les rangs les plus intérieurs, on voit quelques recloisonnements radiaux. En section tangentielle, ces éléments sont quadrangulaires, empilés les uns sur les autres (fig. 13), une fois et demie à deux fois aussi hauts que larges. La section radiale de ces éléments est rectangulaire, polygonale ou hexagonale. Outre les recloisonnements radiaux signalés sur la coupe transversale, les sections longitudinales permettent de constater la présence de nouvelles divisions transversales. Toutes les parois primitives de ces cellules sont légèrement épaissies. Souvent, les éléments de cette zône sont remplis d'un contenu noir charbonneux, dans lequel on distingue fréquemment de nombreux champignons.

Fig. 13. — Section tangentielle d'une portion de la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{50}{1}$.

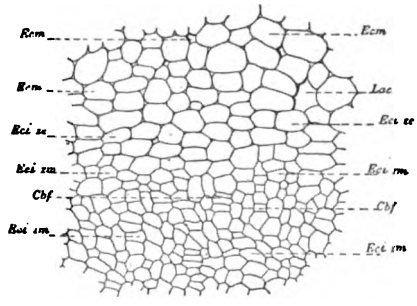
Zône moyenne de l'écorce interne. — La zône moyenne de l'écorce interne n'est conservée, dans l'échantillon n° I, que suivant des sortes de trabécules obliques, dans lesquels circulent les cordons foliaires. Ces trabécules sont les restes d'un tissu *plein,* conservé seulement autour d'une partie plus résistante. Aussi, pour décrire ce tissu, avons-nous recours à d'autres échantillons que celui qui nous occupe actuellement.

La zône moyenne de l'écorce interne est formée par des cellules à section transversale polygonale (fig. 14), allongées soit radialement vers le milieu du tissu, soit tangentiellement vers l'extérieur, laissant parfois entre elles de petits méats. Les parois de ces éléments sont très minces, lisses, souvent plissées une ou deux fois. Dans certaines parties moins bien conservées, ce tissu semble dissocié par destruction d'un certain nombre d'éléments et prend l'aspect lacuneux ou méatique. Il rappelle alors, mais de très loin, le parenchyme étoilé

Digitized by Google

si particulier, que M. Renault a signalé chez un *Lepidostrobus*. La conservation de cette zône, même dans les échantillons où nous avons pu l'observer, n'est pas suffisante pour que nous puissions affirmer l'identité de ces deux tissus. Quoiqu'il en soit, la structure de la zône moyenne de l'écorce interne indique un tissu où l'air pouvait facilement circuler.

Fig. 14. — Section transversale d'une portion de la zône moyenne de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{50}{1}$.

Ecizm, Zône moyenne de l'écorce interne.

Ecize, Zône externe de l'écorce interne.

Cbf, Cambiforme diffus.

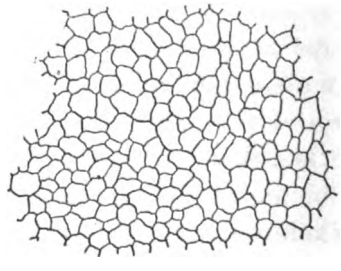
Ecm, Ecorce moyenne, zône interne lacuneuse.

Lac, Lacunes.

En section radiale (fig. 15), les éléments de cette zône sont polygonaux, surbaissés, une fois et demie à deux fois aussi longs que hauts, à parois très minces, lisses, souvent plissées. Dans ces sections, l'allongement radial des cellules semble plus net que sur la section transversale. La zône moyenne de l'écorce interne est très épaisse.

Une portion de cette zône accompagne la trace foliaire et s'accole au dos de sa portion libérienne, en débordant, de chaque côté, de celle-ci. C'est le tissu parichnos que M. Bertrand a déjà signalé chez le *Lepidodendron Harcourtii* et qui se retrouve chez les *Lep. fuliginosum* et *Lep. nothum*.

Fig. 15. — Section radiale d'une portion de la zône moyenne de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{75}{1}$.

Zône externe de l'écorce interne. — Dans l'échantillon n° I, la zône externe de l'écorce interne, épaisse de trois à quatre rangs de cellules mal conservées, forme une sorte d'anneau charbonneux contre l'écorce moyenne. Cette zône se compose de cellules presque carrées, disposées en files radiales, à parois minces, lisses, à sections transversale et

Digitized by Google

radiale rectangulaires (fig. 14 *Ecize)*. Quelques-uns de ces éléments ont été redivisés par des cloisons tangentielles. On se trouve en présence d'une zône recloisonnée, constituant une sorte de liège diffus (fig. 14 *Cbf)*; mais il n'y a pas, à proprement parler, de zône génératrice cambiforme, chaque cellule pouvant se partager tangentiellement, sans que les éléments voisins se comportent de la même façon. Cette zône radiale a déjà été signalée et figurée par M. Williamson dans la onzième partie de son mémoire (pl. LI, fig. 2, en *é)*.

Écorce moyenne.

L'écorce moyenne forme un anneau épais, bien conservé, et peut se subdiviser en trois zônes, dont la plus externe est le siège d'un cambiforme phellique.

La zône interne de l'écorce moyenne (fig. 14 *Ecm)*, peu épaisse, comprend de sept à neuf rangées de cellules de taille variable, à section transversale circulaire ou elliptique; les unes sont isodiamétriques; d'autres, allongées tangentiellement, sont deux fois plus larges que longues. Les éléments circulaires proviennent du recloisonnement des cellules allongées. Ces éléments, plus petits vers l'intérieur, augmentent de taille vers l'extérieur et tendent, en certains points, à s'allonger radialement. Ces légères variations sont liées aux sorties voisines. Ces éléments ont des parois épaisses, lisses; ils laissent entre eux des petites lacunes *Lac* et des méats triangulaires ou polygonaux, plus nombreux dans la région profonde que vers l'extérieur. En section radiale, les éléments de la zône interne de l'écorce moyenne ont une section polygonale irrégulière, à angles arrondis; les plus intérieurs de ces éléments sont petits, presque isodiamétriques; leur hauteur augmente vers l'extérieur et certains d'entre eux ont jusqu'à deux fois leur longueur. Les cellules les plus intérieures de cette zône peuvent se recloisonner transversalement. La section tangentielle de ce tissu confirme les faits précédents; dans cette direction, ces cellules ont une section de forme polygonale très irrégulière, à angles arrondis; les unes sont plus larges que hautes; d'autres, au contraire, sont plus allongées en hauteur qu'en largeur. Souvent aussi, dans ces éléments (les plus internes principale-

Digitized by Google

ment), on voit des recloisonnements longitudinaux ou transversaux. Les éléments larges et peu élevés se remarquent, de préférence, près des faisceaux foliaires, et rappellent le tissu muriforme figuré par Binney chez *Sigillaria vascularis*. Tous les éléments de la zône interne de l'écorce moyenne sont fortement colorés, remplis par de nombreux corps étrangers et, en particulier, par des champignons. Beaucoup sont même en voie de décomposition et fournissent alors un anneau charbonneux séparant les écorces moyenne et interne.

A la limite des zônes interne et moyenne de l'écorce moyenne, on voit plusieurs (9) grandes lacunes elliptiques (voir pl. I, fig. 1), un peu allongées radialement, originairement occupées par les traces foliaires et les tissus qui les accompagnent. Ces lacunes sont dans le prolongement de petites fentes radiales que nous indiquerons dans le liège et par lesquelles passeraient, à un niveau supérieur, les traces foliaires pour se rendre dans les feuilles.

La zône moyenne de l'écorce moyenne, très épaisse, comprend de 25 à 30 rangées de cellules dans le sens radial. Celles-ci ont des parois très épaisses, lisses, une section transversale polygonale, irrégulière ; elles ne laissent entre elles aucun méat. Ces éléments, grands dans la région interne de cette zône, deviennent plus petits en se rapprochant de l'extérieur, s'allongent radialement et tendent alors à se disposer en séries rayonnantes. En sections radiale et tangentielle, les cellules de ce tissu sont polygonales, trois à quatre fois plus hautes que larges ; elles sont séparées transversalement par des cloisons obliques, quelquefois horizontales. Elles présentent les mêmes différences de taille que celles que nous avons indiquées à propos de la section transversale de ce tissu, qui est parenchymateux vers l'extérieur.

La zône externe de l'écorce moyenne n'est pas nettement séparée de la zône moyenne ; il y a passage insensible de l'une à l'autre, passage qui se fait par les éléments disposés en files radiales. Cette zône externe (fig. 16 *Ecm),* peu épaisse, se compose de cellules allongées radialement, un peu plus grandes que les précédentes et disposées en files radiales. C'est dans ces éléments les plus externes, hypertrophiés et étirés radialement, que le cambiforme phellique (fig. 16 *Cbf)* recule vers l'intérieur, pour augmenter l'épaisseur du liège. Cette assise de grandes cellules est comparable à la zône subéreuse des

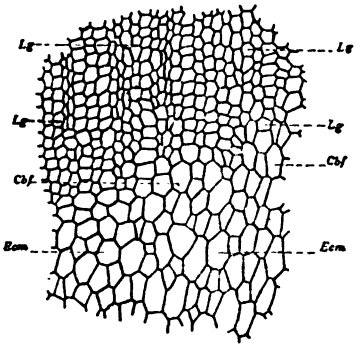
Digitized by Google

racines. Mais ici, il n'y a pas de zône génératrice au sens propre du mot ; car, si l'élément extérieur d'une file radiale se recloisonne tangentiellement, les cellules voisines des files contiguës à la première peuvent ne pas se rediviser. Il n'y a donc pas de zône génératrice continue, comme celle que l'on trouve chez les bouleaux, les chênes, etc.

Les sections longitudinales (radiale et tangentielle) de ces éléments ont à peu près la même forme que les sections correspondantes des cellules de la zône moyenne de l'écorce moyenne.

Les zônes moyenne et externe de l'écorce moyenne sont coupées radialement par de grandes fentes, qui se prolongent jusqu'à la partie extérieure du liège ; elles donnent passage aux traces foliaires et aux tissus qui les accompagnent.

Fig. 16. — Section transversale de la zône externe de l'écorce moyenne de la zône cambiforme et de la portion interne du liège.



Grossissement $\frac{50}{1}$.

Ecm, Zône externe de l'écorce moyenne.
Cbf, cambiforme phellique.
Lg, région interne du liège.

Liège.

Le liège forme une couche continue, très épaisse, coupée par des fentes radiales ; les unes, grandes, s'étendent jusque dans l'écorce moyenne ; les autres, plus petites, sont limitées à la région subéreuse. Dans cet échantillon, le liège compte de 60 à 70 rangées de cellules. Les cellules subéreuses ont une section transversale rectangulaire, plus rarement carrée (fig. 16 *Lg),* des parois épaisses, lisses. En section radiale, ces cellules sont rectangulaires, allongées, dix fois aussi hautes que larges. Il est parfois possible de reconnaître les cellules élémentaires, qui se sont recloisonnées pour donner naissance au liège, à ce fait que tous les éléments subéreux, provenant d'une même cellule corticale, ont leurs parois transversales situées à la même hauteur.

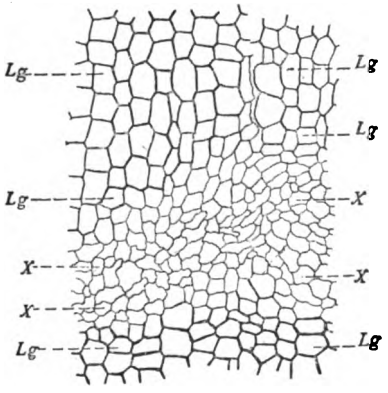
Dans l'échantillon n° I, le liège est partagé en trois régions par

Digitized by Google

deux zônes d'aspect plus sombre et situées : la première vers sa partie extérieure ; la seconde vers son milieu.

La première et la seconde régions du liège (régions interne et moyenne) ont la même structure : elles sont formées (fig. 17 *Lg)* par des cellules grandes, allongées radialement dans leur partie profonde, diminuant de taille dans le sens radial, à mesure qu'on se rapproche de l'extérieur. Les éléments subéreux les plus externes de chacune de ces deux premières régions sont petits radialement et larges tangentiellement. Il faut bien se garder de les prendre pour une zône génératrice ; de plus, ils sont parfois pressés (fig. 17 *X)* ; leurs parois tangentielles sont très rapprochées, tandis que leurs cloisons radiales sont plissées et parfois rompues. Nous avons ici l'indication de zônes plus ou moins écrasées, que nous avons retrouvées plus accusées dans d'autres échantillons, où elles forment parfois des sortes de parenchyme corné, se traduisant par un cercle ou par des bandes plus ou moins étendues, noires, charbonneuses.

Fig. 17. — Section transversale d'une portion de l'assise subéreuse *Lg* montrant, entre deux régions normales, une zône *X* d'éléments à parois minces, plissées et mêmes rompues.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

La région la plus externe du liège se compose uniquement de cellules à section transversale carrée, parfois hypertrophiées dans le sens radial et vers l'extérieur. Cette troisième région du liège est plus mince que les deux premières ; elle comprend de six à huit rangs d'éléments et limite une zône très sombre que nous croyons devoir rapporter à la zône des coussinets. Les phénomènes d'écrasement partiel, que nous venons de signaler pour les deux premières régions de liège, se retrouvent, par places, dans la région externe.

La structure de ces diverses régions du liège nous montre qu'il y avait des zônes d'accroissement, nous indiquant des périodes d'activité et de ralentissement dans la production subéreuse.

Nous n'avons pas trouvé dans le liège de sequestre, ni de glandes.

Digitized by Google

Nous n'avons pas davantage rencontré de cellules primitives, étirées en hauteur et tangentiellement, puis recloisonnées de manière à fournir des éléments subéreux, en files radiales, d'une dimension donnée.

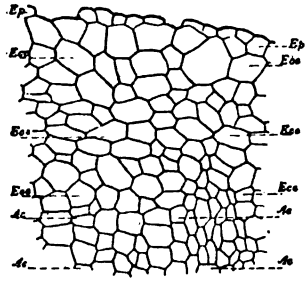
Quand il y a exfoliation des tissus extérieurs, elle se produit suivant la région subéreuse la plus externe. C'est presque toujours suivant cette lame que les échantillons se cassent ; ce qui explique pourquoi l'on rencontre rarement des spécimens montrant l'extérieur, pourvu de coussinets, et pourquoi presque toutes les surfaces, décrites par les paléo-botanistes anglais, ne sont que des surfaces subéreuses.

Région des Coussinets.

Nous avons désigné sous le nom de région des coussinets tous les tissus extérieurs au liège ; ils sont limités extérieurement par l'épiderme ; ils étaient bien près d'être exfoliés, ainsi que le montrent les ruptures radiales existant soit entre les coussinets foliaires, soit de chaque côté de ceux-ci (Voir pl. I, fig. 1).

Dans la portion interne de la région des coussinets, nous trouvons une assise de contact (fig. 18 *Ac*), avec un liège dont les éléments ont été recloisonnés radialement et tangentiellement pour conserver l'union des tissus du coussinet avec le liège. Ces cloisonnements tangentiels nous indiquent que l'épaisseur de la masse subéreuse a pu, à un moment donné, être augmentée vers l'extérieur, de quelques rangs de cellules secondaires. Il est parfois assez difficile de distinguer ces nouveaux éléments subéreux de ceux de la grande masse du liège ; on les reconnaît pourtant, avec de l'habitude, à ce qu'ils sont un peu plus grands et plus larges tangentiellement. Le liège lui-même formait une surface libre par rapport

Fig. 18. — Section transversale de la région des coussinets.



Grossissement $\frac{60}{1}$.

Ac, assise de contact, réunissant le liège au parenchyme.

Ece, Écorce externe, formant la majeure partie de la région des coussinets.

Ep, Épiderme.

Digitized by Google

à laquelle se développait ce nouveau tissu, que nous regardons comme subéreux, plutôt que comme représentant un tissu fondamental secondaire.

La zône moyenne de la région des coussinets (fig. 18 *Ece)* est surtout très développée, vers le milieu du coussinet. Elle se compose d'éléments disposés sans ordre, recloisonnés, à section transversale, polygonale, irrégulière. Leurs sections longitudinales (radiale et tangentielle) sont polygonales, allongées, quatre à six fois plus hautes que larges. Ces éléments ne laissent entre eux aucun méat. Leurs parois sont épaisses, mais toutefois un peu plus minces que les cellules de la zône moyenne de l'écorce moyenne ; leurs cloisons transversales sont très obliques. Ces éléments ont subi un léger allongement tangentiel, dû à l'accroissement diamétral subi par ce rameau. A mesure qu'on pénètre dans le coussinet, ces éléments corticaux deviennent plus grands et plus irréguliers ; leur section transversale est polygonale, circulaire ; leurs parois sont épaisses, lisses. Les cellules, situées vers l'extérieur et sur les côtés du coussinet, sont plus petites que les éléments de la région médiane et constituent une sorte de région sous-épidermique. Les éléments de la région moyenne du coussinet sont recloisonnés longitudinalement pour donner des cellules plus petites. En sections longitudinales, les éléments corticaux du coussinet sont polygonaux, allongés parallèlement à la surface et séparés par des cloisons transversales très obliques. L'écorce externe constitue donc la masse fondamentale du coussinet.

Lorsque le coussinet est coupé au-dessous de la cicatrice foliaire et suffisamment près de celle-ci, nous trouvons, dans la région des coussinets, en plus des tissus précédents : 1° la trace libéro-ligneuse qui se rendra dans la fronde ; 2° en arrière de celle-ci (extérieurement par conséquent), le tissu accompagnateur (tissu parichnos), sous forme de deux arcs ; 3° la ligule placée antérieurement dans une cavité circulaire ou elliptique, à grand axe tangentiel, tapissée d'épiderme.

ÉPIDERME.

L'épiderme (fig. 18 *Ep),* qui originairement recouvrait l'écorce extérieure et les coussinets, ne se retrouve, dans cet échantillon, que par places ; il manque sur les cicatrices ; il est rompu entre certains

Digitized by Google

coussinets et tapisse la surface des ligules des chambres ligulaires. Il est formé, principalement sur les côtés du coussinet, de cellules petites, à parois lisses, peu épaissies, à cloison extérieure bombée, à sections transversale et radiale polygonales, souvent isodiamétriques, ou légèrement allongées tangentiellement. Souvent l'épiderme forme des bandes continues de plusieurs éléments accolés les uns aux autres ; d'autres fois ceux-ci sont isolés et semblent alors encastrés entre deux éléments corticaux. Les cellules épidermiques ne sont pas prolongées en poils. Nous n'avons pas rencontré trace de stomates, fait qui concorde avec l'absence de parenchyme méatique superficiel et avec la présence d'une puissante couche subéreuse, si près de la surface et si fortement développée dès le jeune âge.

Forme des Coussinets.

Bien que nous nous proposions de traiter, dans un chapitre spécial, le coussinet foliaire, nous croyons devoir donner ici, pour compléter la description de l'échantillon n° I, quelques renseignements sur la forme des principales sections horizontales des coussinets.

Rappelons d'abord que les coussinets foliaires sont plus nombreux, plus développés et plus rapprochés sur une des moitiés de l'échantillon, que nous avons désignée sous le nom de face antérieure (voir pl. I, fig. 1 *Fa)*. Ces coussinets, coupés à divers niveaux, ont des sections de formes différentes. Il y a vingt-deux sections de coussinets, dont onze, très développées, sont séparées par onze autres sections moins importantes et représentées parfois par deux lobes rapprochés.

Nous avons donc, dans ce spécimen, deux séries de coussinets de onze termes chacune ; ce fait est à rapprocher de la disposition des masses trachéennes situées au pourtour du bois primaire, parmi lesquelles on voit onze pointements saillants, séparés par onze lames tangentielles. Il y a donc une concordance complète entre la disposition des coussinets et la distribution des massifs trachéens.

Les sections des onze coussinets les plus développés de la première série, sont situés dans le prolongement des fentes radiales, les plus grandes, s'étendant à la fois dans le liège et l'écorce moyenne. Les sections des onze coussinets de la seconde série sont situées dans le prolongement de fentes radiales limitées au liège et corres-

Digitized by Google

pondent aussi aux lacunes occupées par des traces foliaires, encore engagées dans la région interne de l'écorce moyenne ou dans la région externe de l'écorce interne.

En considérant les coussinets les plus développés et en nous rapportant à l'étude générale de la forme et de la structure du coussinet (étude que nous donnons plus loin), nous constatons que le coussinet *S IV* a la forme indiquée (fig. 19). Il est coupé vers son tiers inférieur. Le faisceau qui l'alimente est situé dans la région externe de l'écorce moyenne, près de la zône phellogène. La section du coussinet passe donc au-dessous du point où la trace foliaire s'engage dans cette zône.

Le coussinet *S V* (fig. 29 et pl. VII, fig. 1) est coupé à son tiers supérieur. Le faisceau est sorti dans l'appendice. La ligule est coupée dans sa partie libre, non loin de l'orifice de la chambre ligulaire.

Le niveau de la section du coussinet *S VI* est un peu plus élevé que celui de la section du coussinet *S IV*. Le faisceau qui s'y rend est sur le point d'y pénétrer. On le voit traverser horizontalement toute l'épaisseur du liège.

Les coussinets *S VII* (pl. VI, fig. 2), *S VIII* (pl. VI, fig. 1), *S IX* et *S X* sont coupés au-dessus, dans leur région supérieure, à des niveaux de plus en plus élevés, au-dessus de leur tiers supérieur, c'est-à-dire au-dessus de l'orifice de la chambre ligulaire. Nous regardons la section du coussinet *S X* comme une des dernières que l'on pourrait faire dans la partie supérieure du coussinet.

Les coussinets *S XI, S I* et *S II* sont coupés presque au même niveau que le coussinet *S V;* seulement, ils sont moins développés ; leur faisceau s'étend horizontalement dans toute l'épaisseur du liège et arrive jusqu'au coussinet *(S XI* et *S I);* ou bien il y pénètre *(S II),* mais il n'atteint pas encore l'insertion de la ligule.

La section du coussinet *S III* (pl. VI, fig. 3) est faite au même niveau que celle du coussinet IV, c'est-à-dire à son tiers inférieur.

Tous les coussinets de la première série ont été rencontrés dans leur région large, depuis le tiers inférieur jusque dans la région supérieure. Ils sont distribués en trois groupes dont les sections sont de plus en plus élevées. Le premier groupe comprendrait : les coussinets *S III, S IV* et *S V;* le second, les coussinets *S VI, S VII, S VIII, S IX* et *S X;* le troisième, les coussinets *S XI, S I* et *S II.*

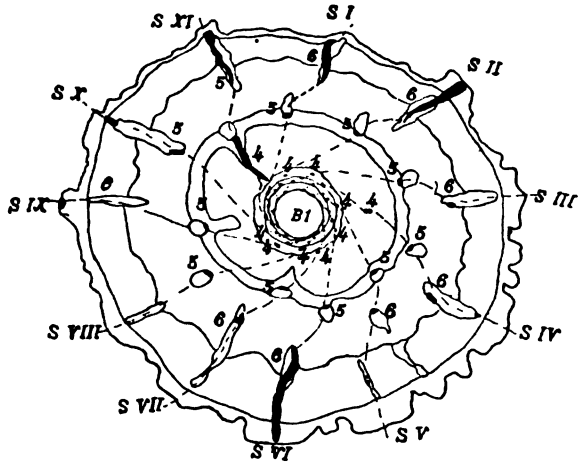
Digitized by Google

Les coussinets de la seconde série, compris entre les coussinets précédents, sont coupés dans leur région inférieure, entre la base et le sinus inférieur. Ils sont représentés, soit par un seul lobe (entre *S V* et *S VI*, *S VI* et *S VII*, *S VII* et *S VIII*, *S IX* et *S X*, *S XI* et *S I*, *S I* et *S II*, *S II* et *S III*) ; soit par deux lobes complètement séparés (entre *S VIII* et *S IX*, *S X* et *S XI*, *S III* et *S IV*) ; soit par une masse bilobée (entre *S IV* et *S V*). Les faisceaux qui se rendraient dans les coussinets de la seconde série se trouvent, soit dans la région interne de l'écorce moyenne, soit dans la région externe de l'écorce interne.

Distribution des traces foliaires.

Toutes les traces foliaires (qu'elles tiennent encore au bois primaire sous forme de pointements, plus ou moins saillants, ou qu'elles en soient détachées et cheminent alors dans le bois secondaire, le liber, ou encore les tissus corticaux) sont distribuées dans l'échantillon n° I, suivant onze séries ou hélices dextres (fig. 19). Chaque série comprend cinq ou six traces foliaires, dont les premières se trouvent contre le bois primaire et se composent des pointements trachéens, que nous avons décrits. Dans la région libérienne, les traces foliaires, au nombre de deux par série, sont représentées par des

Fig. 19. — Distribution des pointements trachéens et des traces foliaires dans l'échantillon n° I.



Grossissement $\frac{4}{1}$.

4, 5, 6, traces foliaires détachées du système ligneux.

S I, S II, ...S XI, hélices foliaires *I, II, ...XI.*

N.-B. Dans cette figure, on n'a pas numéroté les premières traces de chaque hélice, celles-ci sont simplement indiquées. Pour connaître leur numéro, se rapporter à la fig. 1, p. 39.

Digitized by Google

massifs isolés de petits éléments ligneux : le premier, assez grêle, est situé dans la région interne ; le second, plus important, dans la région externe. Dans la série IV, une trace foliaire (la quatrième) arrive au niveau de la gaîne et se trouve, par conséquent, à la limite du liber et de la zône rayonnée de l'écorce interne. En général, il y a deux ou trois traces foliaires dans l'écorce et le liège (1), dont une seule se trouve dans l'écorce interne (séries I, II, III, IV, V, VI, VIII, IX, X et XI) ; exceptionnellement (série VII) il y en a deux dont la plus interne est près de la gaîne et la plus externe à la limite des écorces interne et moyenne. Dans l'écorce moyenne et le liège, nous avons observé une seule trace dans les séries I, II, V, VII, VIII, IX, X et XI, et deux traces dans les séries III, IV et VI.

Si nous considérons maintenant la structure et la position des traces foliaires constituant les quatre premiers termes de chaque série, nous voyons qu'il y a alternance dans leur développement. Il n'y a d'exception que pour les séries X et XI. Ainsi les faisceaux des séries II, IV, VI, VIII, X et XI, ont la même position et la même structure ; les faisceaux des séries I, III, V, VII et IX, ont aussi même position et même structure, mais ils sont coupés à un niveau supérieur et par conséquent un peu plus près de leur point de sortie. Cette alternance ne se retrouve pas dans les faisceaux extérieurs de chaque série. Mais, en tenant compte de l'ensemble des traces foliaires de chaque série, nous arrivons aux mêmes conclusions que celles que nous a fournies l'étude des sections des coussinets foliaires : a savoir qu'il y a trois groupes formés : le premier par les séries III, IV et V ; le second par les séries I, II et XI ; et le troisième par les séries VI, VII, VIII, IX et X. Dans chacun de ces groupes, la première série citée est moins avancée comme développement que la dernière. On voit donc que, si l'on étudie la structure des faisceaux foliaires dans les diverses séries, on aura la variation de structure de la trace foliaire dans toute son étendue, depuis son origine à la périphérie du bois primaire, jusqu'à sa sortie dans le coussinet foliaire.

(1) Quand il n'y a qu'un seul faisceau foliaire dans l'écorce, ce qui arrive très rarement (série X), on rencontre une trace à la hauteur de la gaîne.

Digitized by Google

Structure de la trace foliaire à ses divers niveaux

Méthode. — Une étude préliminaire nous ayant permis de reconnaître que les appendices du *Lepidodendron selaginoïdes* sont tous de même nature et répartis à peu près régulièrement à la surface du stipe, il suffit pour étudier la trace foliaire à ses divers niveaux et dans toute son étendue : 1° de relever les sections de cette trace dans les différents termes qui composent une spire ; 2° de faire le même travail pour toutes les spires d'une coupe ; 3° de ranger, par ordre de distance au centre du stipe, les diverses sections obtenues. A titre de vérification, nous nous proposons d'étudier, dans un travail ultérieur, les sections transversales successives, que nous avons l'intention de pratiquer dans quelques spécimens. L'étude que nous venons de faire de la trace foliaire, nous a conduit aux résultats suivants : Les traces foliaires se trouvent : ou bien à l'état de cordon libéro-ligneux libres dans l'écorce ; ou bien à l'état de masses vasculaires à l'intérieur du liber ; ou bien encore à l'état de bandes ou pointements trachéens à la périphérie du bois primaire. Nos recherches nous ont aussi permis de constater les rapports qui existent entre les traces foliaires d'une même hélice, ainsi que leurs rapports avec les régions polaires.

Dans cette étude de la trace foliaire, nous considérerons vingt niveaux :

Niveau 1. — La première indication de la trace foliaire, à la périphérie du bois primaire, consiste en une lame tangentielle de trachées (1). Cette lame se trouve (fig. 20) à la droite d'un pointement

(1) Dans l'échantillon I, nous prenons pour type de structure de la trace foliaire au niveau 1 la lame trachéenne qui se trouve à la droite du pointement 1 de la série III. Un état intermédiaire entre le niveau 1 et le niveau 2 nous est fourni par les lames trachéennes accolées à la droite des faisceaux 1 des séries I, II et XI.

Digitized by Google

saillant, déjà nettement accusé, et contre ce pointement. Elle est

Fig. 20. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 1 (lame trachéenne accolée à la droite du pointement 1 de la série III).

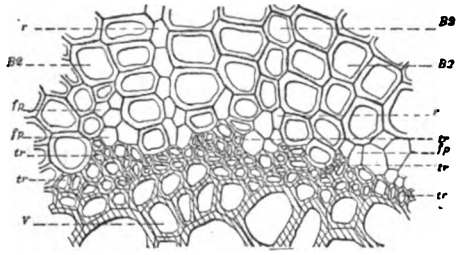
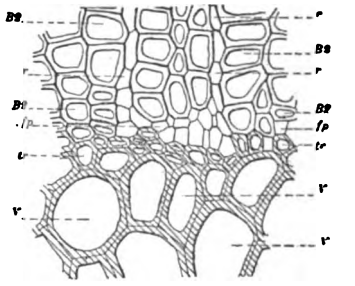


Fig. 21. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 2.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

V, vaisseaux ligneux primaires. *tr*, trachées. *fp*, fibres primitives. *B2*, trachéïdes secondaires. *r*, rayons ligneux secondaires.

constituée par un rang de trachées *tr* à section polygonale. Contre ces trachées et à l'intérieur, se montrent de petits vaisseaux scalariformes, polygonaux, à parois rayées, appartenant encore à la couronne vasculaire ; ils ont le même calibre que les trachées. Vers l'extérieur, les trachées sont tantôt en contact direct avec les trachéïdes secondaires *B2*, tantôt reliées au bois secondaire par un rang de fibres primitives *fp*, soit même parfois par quelques éléments de parenchyme secondaire (1).

Niveau 2. — La lame trachéenne (2), nettement isolée des pointements saillants voisins (fig. 21), se compose de sept à huit trachées *tr*, disposées sur un seul rang, à la périphérie de la masse ligneuse réparatrice *V*. Là encore, il peut parfois exister des fibres primitives *fp*,

(1) Il en résulte parfois une très grande difficulté pour rapporter exactement, sur une seule section transversale, un élément donné aux trachées, ou aux fibres primitives, ou au parenchyme secondaire.

(2) Dans l'échantillon I, nous prenons comme type de ce niveau 2 la lame trachéenne comprise entre les faisceaux 1 des séries IV et V. Nous rapportons également à ce niveau (bien qu'il nous paraisse intermédiaire entre les niveaux 2 et 3) le faisceau 1 de la série X, dans lequel les trachées sont un peu plus petites, plus nombreuses et commencent à se disposer sur deux rangs, indiquant par là le début de la transformation de la lame en pointement.

Digitized by Google

voire même du parenchyme secondaire. En face de cette lame trachéenne, et à ses deux extrémités, on voit, dans la couronne ligneuse secondaire, deux rayons *r*, séparés l'un de l'autre par trois ou quatre files de fibres ligneuses *B2*.

Niveau 3 (1). — Les éléments *tr*, constituant la lame trachéenne, plus nombreux, sont disposés sur deux et parfois trois rangs (fig. 22);

Fig. 22. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 3.

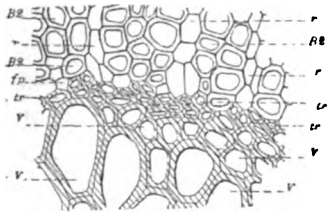
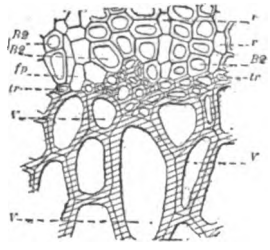


Fig. 23. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 4.



Grossissement $\frac{200}{1}$.

Mêmes notations que fig. 20.

ils touchent les trachéïdes secondaires *B2*, ou en sont séparés par quelques fibres primitives *fp*, à parois épaissies. Il n'y a pas encore de pointement bien accusé. Les rayons *r* de la couronne ligneuse secondaire, correspondant aux deux extrémités de la lame trachéenne, sont moins écartés l'un de l'autre.

Niveau 4 (2). — La lame trachéenne commence à se transformer en pointement (fig. 23). A cet effet, les trachées *tr*, plus nombreuses vers le milieu de la lame, commencent à s'avancer dans l'anneau ligneux secondaire *B2*. Il n'y a plus de fibres primitives *fp* entre les trachées du pointement et les éléments ligneux secondaires *B2*. La

(1) Nous choisissons pour type du niveau 3 le faisceau 1 de la série VIII et nous lui rapportons le faisceau 1 de la série V, ainsi que la lame tangentielle comprise entre les pointements 1 des séries XI et I.

(2) Le type de cette structure nous est fourni, dans l'échantillon n° I, par la lame trachéenne comprise entre les faisceaux 1 des séries X et XI ; nous lui rapportons les faisceaux 1 des séries III et VIII, la lame tangentielle comprise entre les pointements 1 des séries VI et VII ; le faisceau 1 de la série II est intermédiaire entre les niveaux 4 et 5.

Digitized by Google

lame trachéenne semble toujours limitée de chaque côté, par deux rayons *r*, séparés l'un de l'autre par deux ou trois files de trachéïdes *B2*.

Niveau 5 (1). — La saillie trachéenne, sans être plus proéminente, est plus large (fig. 24). Elle comprend jusqu'à quatre rangs d'élé-

Fig. 24. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 5.

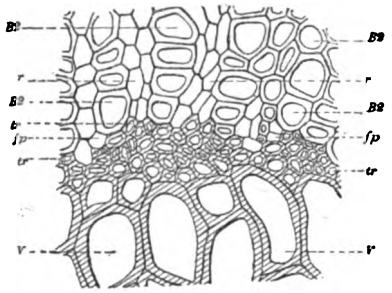
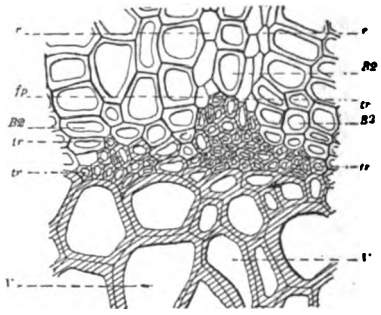


Fig. 25. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 6.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

Mêmes notations que fig. 20.

ments en épaisseur. Les trachées *tr* sont toujours en contact avec le bois secondaire *B2*. Les rayons *r*, plus rapprochés, ne sont plus séparés que par une ou deux files de trachéïdes *B2* (deux files quand les éléments sont assez étroits, une seule file quand ils sont larges). De plus, les rayons *r*, au lieu d'être formés d'un seul rang de cellules comme précédemment, sont souvent constitués par deux rangées d'éléments.

Niveau 6 (2). — La trace foliaire présente un pointement saillant très accusé (fig. 25). Elle se compose d'un assez grand nombre d'éléments, les internes allongés tangentiellement, les externes allongés radialement. A la droite du pointement, il y a étalement des trachées ;

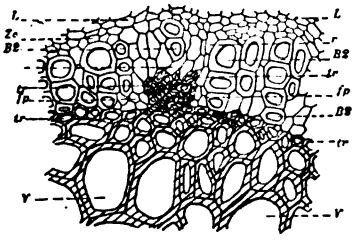
(1) Le type de cette structure nous est donné par le faisceau 1 de la série XI ; nous lui rapportons le faisceau 1 de la série VI et les lames trachéennes comprises entre les faisceaux 1 des séries VII et VIII, VIII et IX.

(2) Nous prenons comme type de structure du niveau 6 de la trace foliaire le faisceau 1 de la série IV et nous lui rapportons le faisceau 1 de la série VII.

Digitized by Google

c'est le début d'une nouvelle lame trachéenne qui, en s'isolant, deviendra, plus haut, trace foliaire et qui, si on pouvait la suivre, nous présenterait successivement les divers états que nous venons d'indiquer. Dans ce pointement primaire, nous constatons une différenciation des éléments qui le composent : les cellules, les plus petites, forment, vers l'intérieur, une bande tangentielle placée à la hauteur de la circonférence du cylindre ligneux primaire ; ce sont des trachées *tr* annelées ou spiralées. Les éléments plus extérieurs, plus grands, un peu allongés dans le sens radial, sont des vaisseaux rayés, passant aux ornementations scalariformes. Ces vaisseaux sont en contact avec les éléments des rayons *r* et avec les trachéïdes secondaires *B2*. On voit donc qu'il y a, déjà à ce niveau, une polarisation bien indiquée des éléments de la trace foliaire. Elle est bien plus accusée que chez *Lepidodendron Harcourtii*. C'est une tendance manifeste vers les faisceaux unipolaires. Le pointement de la trace foliaire est toujours limité, à droite et à gauche, par deux rayons *r*, qui ne sont plus séparés que par une seule file de trachéïdes *B2*. Cette file ne s'avance pas autant vers le centre que les files voisines ; elle semble repoussée vers l'extérieur par le pointement, à mesure qu'il se détache du bois primaire.

Fig. 26. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 7.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

Mêmes notations que fig. 20 et en plus : *Zc*, zône cambiale ; *L*, Liber.

Niveau 7 (1). — La trace foliaire, sur le point de se séparer du bois primaire, a la forme d'un massif circulaire, ne tenant plus à celui-ci que par un isthme formé de deux ou trois trachées (fig. 26). Le massif sortant se compose de trachées *tr* formant, vers l'intérieur, une sorte de croissant. Les petits vaisseaux scalariformes sont à l'extérieur du massif. Le prolongement de la masse trachéenne, que nous avions si-

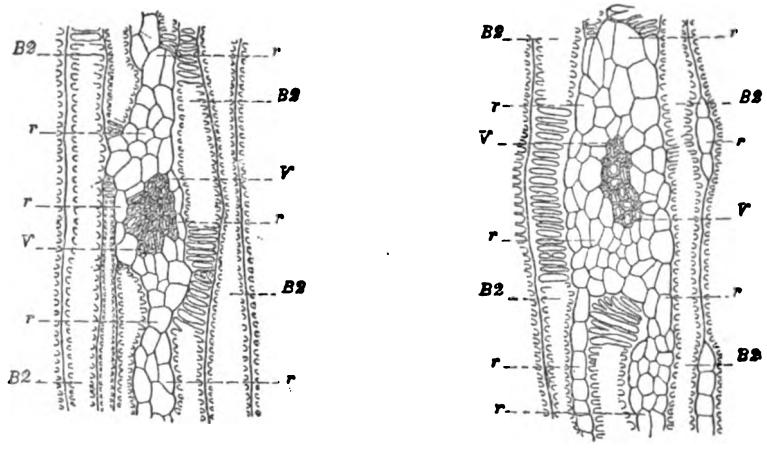
(1) L'échantillon n° I ne nous a pas montré d'exemple typique de ce niveau. Nous l'avons observé dans d'autres spécimens tels que les échantillons II et XII, le premier provenant d'Angleterre, le second de Westphalie. Nous en donnons néanmoins la description pour présenter ici la série complète des états par lesquels passe la trace foliaire.

Digitized by Google

gnalée sur la droite du pointement au niveau 6, en est maintenant complètement séparé. La file de trachéïdes *B2,* qui séparait les rayons, a presque complètement disparu et ceux-ci se sont souvent réunis pour ne former qu'un seul rayon *r,* large, à travers lequel la trace foliaire passe horizontalement pour arriver dans le liber.

Entre le niveau 7 et le niveau 8, où elle est complètement séparée du bois primaire, la trace foliaire traverse radialement et horizontalement la zône ligneuse secondaire. Dans cette région, ses éléments semblent étirés et pressés radialement (fig. 27 et 27 *bis);* le plus souvent,

Fig. 27 et 27 *bis*. — Trace foliaire coupée tangentiellement, en passant horizontalement dans le bois secondaire.



Grossissement $\frac{80}{1}$.

B2, bois secondaire. *r,* rayons ligneux. *V,* trace foliaire.

ils sont séparés des trachéïdes par des éléments de rayon *r*. La trace foliaire *V* comprend quelques trachées, des petits vaisseaux scalariformes et parfois quelques fibres primitives recloisonnées. Les vaisseaux externes sont plus larges que les vaisseaux antérieurs, ce qui est le contraire du *Lepidodendron Harcourtii.* A ce niveau, chez *Lepidodendron nothum,* les éléments sont tous semblables.

Niveau 8. — La trace foliaire, toujours réduite à sa partie ligneuse, forme un massif circulaire, au milieu des cellules de la zône cam-

Digitized by Google

biale *Zc* (fig. 28). Elle se compose d'un petit nombre d'éléments li-

Fig. 28. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 8.

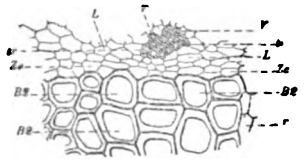
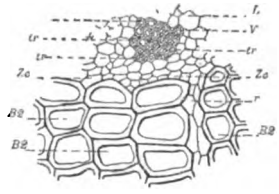


Fig. 29. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 9.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

B2, Trachéïdes du bois secondaire. *r*, rayon ligneux. *Zc*, zône cambiale. *L*, Liber. *tr*, trachées et *V*, vaisseaux de la trace foliaire.

gneux, tous primaires : trachées *tr* et petits vaisseaux scalariformes *V*, difficilement reconnaissables les uns des autres sur une section transversale. Sur les sections longitudinales (radiale et tangentielle) on constate que les trachées, plus grêles, occupent la partie antérieure et les côtés de ce massif ; les vaisseaux scalariformes *V* sont limités à la partie postérieure. Le plus souvent, la trace foliaire se trouve alors placée dans le prolongement d'une file de fibres ligneuses, file qui est limitée, de chaque côté, par un rayon plus ou moins large, généralement bisérié ; on voit donc que le large rayon, par lequel s'est effectué le parcours horizontal de la trace foliaire dans la zône ligneuse secondaire, a disparu ; la structure de cette région est alors redevenue ce qu'elle était au niveau 6, à cette différence près que la trace foliaire se trouve dans la zône cambiale, au lieu de former un pointement ligneux à la périphérie du bois primaire.

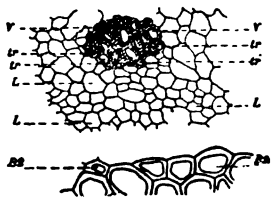
Niveau 9. — La trace foliaire, toujours uniquement représentée par un massif ligneux, circulaire, est située dans le liber *L*, un peu en dehors de la zône cambiale *Zc* (fig. 29), mais tenant à celle-ci par sa partie antérieure. Le nombre de ses éléments est plus grand ; la différenciation en trachées *tr* et en petits vaisseaux scalariformes *V* est plus accusée, même sur la section transversale. Les trachées *tr* forment, à la partie antérieure, un arc qui déborde légèrement sur les côtés. Les vaisseaux scalariformes *V* sont situés à la partie postérieure du massif. La polarisation des éléments de la trace foliaire,

Digitized by Google

que nous avons indiquée dès le niveau 6, persiste et se continuera dans toute l'étendue du cordon libéro-ligneux. Le liber *L*, qui entoure la trace foliaire, est constitué par le tissu mécanique des trabécules ; les rayons ligneux *r* qui, au niveau précédent, limitaient la file vasculaire située dans le prolongement radial de la trace foliaire, diminuent d'épaisseur, deviennent unisériés et parfois même disparaissent complètement.

Niveau 10. — La trace foliaire, parvenue au milieu du liber, devient elliptique et se compose (fig. 30) d'éléments ligneux plus nombreux. Les trachées *tr* et les vaisseaux scalariformes *V* occupent les mêmes positions relatives ; les vaisseaux scalariformes sont plus gros. Parfois les cellules voisines des trabécules libériens *L* tendent à se disposer radialement autour de la trace ; il en est parfois, mais rarement, de même pour les vaisseaux scalariformes les plus extérieurs (1) ; ce qui donne quelquefois à ces traces l'aspect de faisceaux diploxylés ; mais ici ce n'est qu'une simple apparence. Dans quelques traces foliaires, nous avons trouvé, dès ce niveau, en arrière du bois, une petite lacune *LacL* due à la destruction des éléments grillagés, qui appartiennent en propre à la trace foliaire, et qui sont dûs à la différenciation d'une portion du trabécule, différenciation qui amène la spécialisation d'une partie du liber par rapport à la trace foliaire. Vers le niveau 10, s'ajoute donc une région libérienne que nous allons décrire au niveau suivant, où elle est mieux caractérisée.

Fig. 30. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 10.



Grossissement $\frac{90}{1}$.

Mêmes notations que fig. 29.

Niveau 11. — Au niveau 11, la trace foliaire est située dans la région extérieure du liber. Elle se compose (fig. 31) d'une portion antérieure ligneuse, de forme elliptique, allongée tangentiellement et d'une portion

(1) Nous croyons toutefois devoir signaler ce dispositif, en quelque sorte exceptionnel ; car il pourra servir d'indication pour tenter quelque rapprochement, quand on connaîtra mieux les végétaux fossiles.

Digitized by Google

postérieure libérienne, le plus souvent détruite et remplacée par une

Fig. 31. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 11.

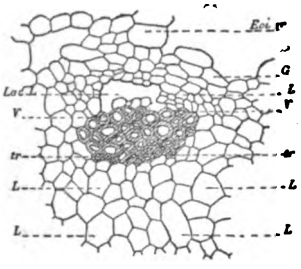
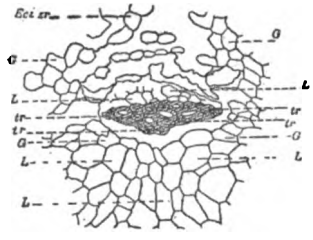


Fig. 32. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 12, au niveau de la gaîne.



Grossissement $\frac{22}{1}$.

tr, trachées et *V*, vaisseaux scalariformes de la trace. *L*, Liber. *LacL*, lacune postérieure. *G*, Gaîne. *Ecizr*, Zône rayonnée de l'écorce interne.

lacune *LacL*. Les trachées *tr* petites, à section transversale polygonale, forment une bande antérieure d'un ou deux rangs de cellules qui ne débordent que fort peu sur les côtés. Les vaisseaux scalariformes *V*, directement contigus, plus gros, à section polygonale, forment en arrière des trachées, la majeure partie de la portion ligneuse de la trace foliaire. Au contact des vaisseaux, le liber *L* est formé de larges éléments à section transversale quadrangulaire. A ceux-ci succèdent des files plus étroites d'éléments inégaux plus grêles que les précédents. Les plus grands de ces éléments sont probablement les cellules criblées ; mais les parois nous ont paru lisses, ce qui n'est peut-être qu'un accident de conservation. Ce tissu grillagé est plus épais au milieu de la trace que sur les bords.

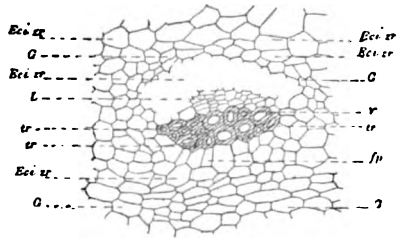
Niveau 12. — La trace foliaire, arrivée au niveau de la gaîne (fig. 32 *G*), se compose des mêmes tissus : bois et liber primaires. La portion ligneuse a la forme d'une ellipse très élargie tangentiellement. Sa partie antérieure est formée par des trachées *tr* et sa région postérieure par des vaisseaux scalariformes *V*, moins grands qu'au niveau précédent. La trace est reliée antérieurement aux tissus voisins par de gros éléments un peu allongés radialement, à parois minces, lisses ; ce sont des fibres primitives souvent détruites. Le tissu grillagé *L* est un peu plus épais ; sa sériation radiale est plus nette

Digitized by Google

(voir fig. 33) ; la différence en cellule grillagée et cellule parenchymateuse est moins accusée. L'attache du bois au liber se fait par deux rangs d'éléments plus grands. La gaîne *G* contourne la trace et la limite en arrière sur les côtés.

Niveau 13. — Au niveau 13, la trace foliaire pénètre dans les tissus corticaux et se trouve dans la zône rayonnée de l'écorce interne (fig. 33). Sa portion ligneuse, très allongée tangentiellement, se compose d'une vingtaine d'éléments trachéens *tr* et scalariformes *V*. La différence entre les trachées antérieures *tr* et les vaisseaux postérieurs *V* est ici bien faible. En avant du bois, des fibres primitives *fp*, souvent hypertrophiées, le rattachent à une gaîne *G* très mal caractérisée, extrêmement difficile à reconnaître. Le liber *L* forme une lame épaisse en son milieu qui revêt extérieurement le bois. Nous y avons vu quelques laticifères peu nombreux. La trace foliaire est entourée par une gaîne *G* très mal caractérisée et très difficile à reconnaître, surtout à la partie antérieure.

Fig. 33. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 13, parvenue dans la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{90}{1}$.

tr, trachées et *V*, vaisseaux scalariformes.
fp, fibres primitives.
L, Liber.
G, Gaîne.
Ecizr, Zône rayonnée de l'écorce interne.

Niveau 14. — Au niveau 14, c'est-à-dire à la limite des zônes interne et moyenne de l'écorce interne, la trace foliaire a la même structure qu'au niveau 13.

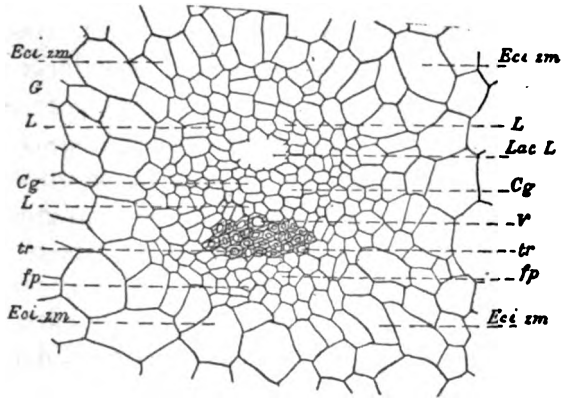
Niveau 15. — Dans la zône moyenne de l'écorce interne (fig. 34), la trace foliaire est oblique. Très rarement, cette zône corticale est conservée et les faisceaux y sont assez abîmés (1). Les éléments

(1) L'échantillon n° I ne montrant pas la trace foliaire bien conservée dans la zône moyenne de l'écorce interne, nous avons employé, pour la description de ce niveau, une des coupes que nous a très obligeamment prêtée M. B. Renault et que nous désignons sous la dénomination de : Échantillon n° XI.

Digitized by Google

ligneux sont plus uniformes ; les antérieurs sont des trachées *tr ;* les externes des vaisseaux rayés *V,* étroits. Les éléments larges, qui lient le tissu grillagé *CG* au bois, sont bien alignés, larges et épais. Le tissu grillagé est peu épais, avec quelques lacticifères. Les fibres primitives *fp,* qui lient ces tissus (bois et cellules grillagées) à la gaîne *G,* sont plus abondantes. La partie de la zône moyenne de l'écorce interne *Ecizm,* qui avoisine la trace foliaire, présente une sorte de différenciation. En avant de la trace, les cellules corticales sont plus grandes, à section polygonale, isodiamétrique, parfois même circulaire. Sur les côtés et en arrière de la trace foliaire, les éléments corticaux sont, au contraire, allongés normalement à la trace et parfois recloisonnés parallèlement à celle-ci. Il en résulte un petit arc d'un tissu rayonné. Il se forme ainsi, en arrière de la trace, un tissu parenchymateux, nommé par M. Bertrand parichnos, qui va l'accompagner dans la traversée du reste de l'écorce et qui pénètrera avec elle dans la fronde.

Fig. 34. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 15, dans la zône moyenne de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

tr, trachées et *V,* vaisseaux scalariformes.
CG, cellules grillagées.
L, Liber.
LacL, lacune postérieure dans le liber.
fp, fibres primitives.
G, Gaîne.
Ecizm, Zône moyenne de l'écorce interne.

Cette structure de la trace foliaire et des tissus corticaux voisins, persiste jusqu'au niveau où le faisceau pénètre dans l'écorce moyenne.

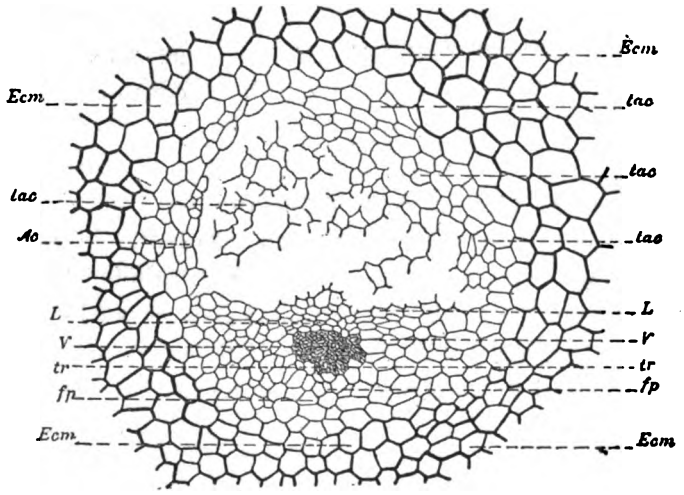
Niveau 16.—Lorsque la trace foliaire pénètre dans l'écorce moyenne, celle-ci présente un creux qui va s'accentuant de plus en plus, à mesure que la trace y pénètre ; puis il se referme rapidement dès que la

Digitized by Google

trace y est nettement engagée. La forme du bois est plus triangulaire, le sommet antérieur étant occupé par des trachées ; les vaisseaux rayés sont en arrière et forment la base du triangle. Le liber est étiré radialement. Bois et liber sont unis à la gaîne par des fibres primitives. Les fibres primitives antérieures sont abondantes, larges, disposées radialement. La gaîne est tapissée, en arrière, par le tissu parichnique. Celui-ci est formé de grands éléments irréguliers, larges, épais, ayant une tendance à se disposer radialement par rapport au liber. Il est relié à l'écorce moyenne par petites cellules bien alignées, figurant une seconde gaîne, parfois plus visible que la première. Contrairement au *Lepidodendron Harcourtii,* ce tissu accompagnateur persiste ici ; il ne présente, à ce niveau, aucune trace de déchirures.

Niveau 17. — Au niveau 17, c'est-à-dire quand la trace foliaire a complètement pénétré dans l'écorce moyenne, on la voit occuper, dans ce tissu, des espaces circulaires ou elliptiques (fig. 35), qui se tra-

Fig. 35. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 17, dans l'écorce moyenne.



Grossissement $\frac{20}{1}$.

fp, **fibres primitives.** ***tr,*** **trachées.** ***V,*** **vaisseaux scalariformes.** ***L,*** **Liber.** ***tac,*** **parichnos.** ***Ac,*** **assise de contact.** ***Ecm,*** **Écorce moyenne.**

duisent le plus souvent par des lacunes, dues à la destruction du

Digitized by Google

tissu parichnique *tac*. Même quand ces tissus sont conservés (échantillon n° XI), ils ne le sont qu'imparfaitement. La région ligneuse *tr, V* a toujours la même structure ; elle forme, à la partie antérieure de la trace foliaire, une bande qui n'en atteint pas les bords. En avant, on constate la présence de deux à trois rangs de fibres primitives *fp,* bien orientées par rapport au bois. Ces fibres, larges, à section polygonale et à parois minces, forment un massif dans toute la largeur de la trace foliaire, non seulement en avant de la bande ligneuse, mais encore de chaque côté de celle-ci. Le liber *L* ne forme qu'un petit arc postérieur, étiré dans sa portion moyenne, reliée à la gaîne protectrice *G* par des fibres primitives *fp*. Les éléments qui unissent le bois au liber sont les plus volumineux et les mieux alignés. Le parichnos *tac,* épais de sept à huit rangs de cellules, est constitué par des éléments irréguliers : les uns, gros, hypertrophiés, ont une section polygonale ; les autres, plus petits, semblent comprimés par les premiers. Les petits éléments, qui limitent la trace, sont allongés parallèlement au faisceau et forment une seconde gaîne, ou assise de contact *Ac,* souvent bien plus visible que la gaîne protectrice.

Niveau 18. — En se rapprochant de l'extérieur, la trace foliaire devient rapidement très oblique et, par suite, elle semble occuper sur les sections transversales, un espace plus grand (voir fig. 36, page suivante). La structure des parties ligneuse *(tr* et *V)* et libérienne *(L* et *Cg)* de la trace est peu modifiée. Non seulement la trace foliaire est séparée de l'écorce *Ecm* dans sa partie postérieure, mais encore en avant et sur ses flancs, il y a des cellules de jonction qui unissent la gaîne aux tissus voisins. Ces cellules, alignées autour de la trace, ont des parois minces. Une assise de contact *Ac* limite le parichnos du tissu de l'écorce moyenne (1).

Niveau 19. — Quand la trace foliaire a pénétré dans le liège, elle est presque horizontale. Les sections transversales du rameau ne donnent plus d'indications sur sa structure et l'on doit recourir à des coupes tangentielles.

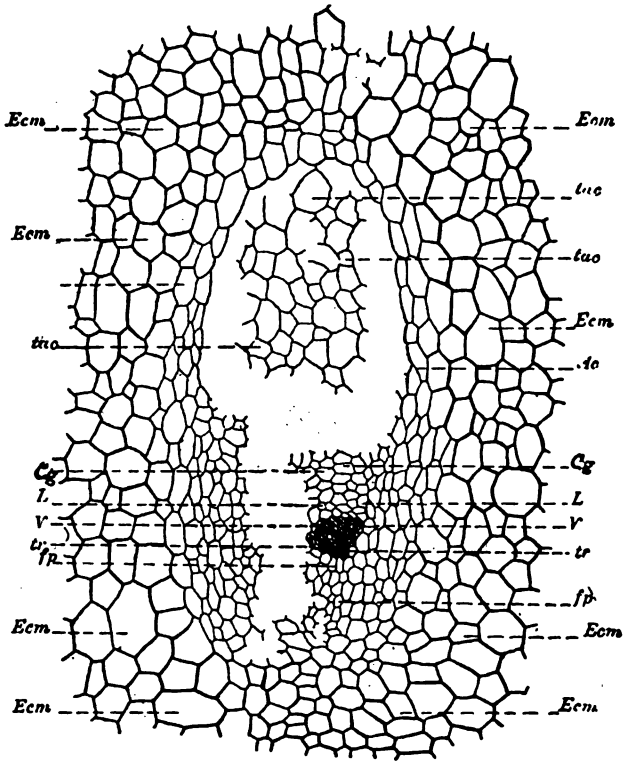
Sur de pareilles sections, pratiquées dans la région intérieure du

(1) Souvent il se produit des fentes radiales dans la trace foliaire et les tissus qui l'accompagnent ; celles-ci se voient rarement au milieu de la région ligneuse, plus fréquemment à côté du bois.

Digitized by Google

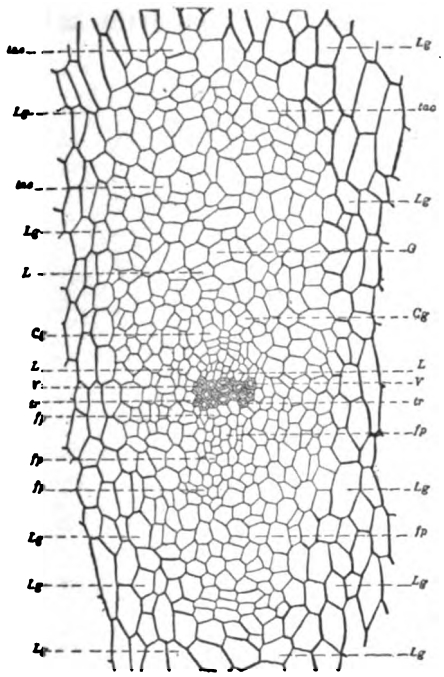
liège, on constate que la trace foliaire marche dans une masse parenchymateuse, dont tous les éléments sont disposés en rayonnant autour

Fig. 36. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 18.


Ecm
Ecm
Ecm

plan médian, la partie grillagée étant unie au bois par des cellules plus grandes ; il contient des laticifères. Entre le bois et la gaîne *G*, il y a quelques fibres primitives *fp*. Le parichnos *tac* forme un arc postérieur très épais dans le plan de symétrie de la trace. Il est formé d'éléments très inégaux, à parois minces ; les uns, grands, étirés radialement et obliquement ; les autres, petits, paraissent comprimés entre les premiers. Cette couche atteint cinq à six rangs d'éléments (deux ou trois gros et deux ou trois petits). L'ensemble du tissu parichnique présente un arrangement radial assez accusé, il déborde sur la masse libéro-ligneuse. La couche limite *Ac*, soit pour le parichnos, soit pour le tissu de remplissage de la maille, ne forme pas de gaîne bien nette. L'assise externe du tissu de remplissage n'a pas, non plus, sur cette section, les caractères de gaîne, plus accusés précédemment.

Fig. 37. — Section transversale de la trace foliaire au niveau 20.



Grossissement $\frac{40}{1}$.

Mêmes notations que fig. 35 et, en plus, *Lg*, liège.

Niveau 20 (1). — Arrivée à la partie externe de l'assise subéreuse *Lg*, la trace foliaire présente les modifications suivantes : Le tissu parichnique *tac* (fig. 37) devient très épais, plus régulier, avec cellules toutes également grosses, présentant un vague agencement rayonné par rapport à la partie postérieure de la trace. Il déborde, de chaque côté de la région ligneuse, encore plus qu'au niveau 19. Le liber *L* a ses éléments en séries radiales, bien régulières, élargies postérieurement.

(1) Cette description a été faite, d'après une coupe pratiquée dans l'échantillon n° II, que nous a donné M. Cash.

Digitized by Google

La différence entre les cellules grillagées *Cg* et les cellules parenchymateuses est à peine sensible. On compte sept à huit rangs de cellules en largeur sur une profondeur de quatre à cinq ; les éléments libériens qui s'attachent au bois sont plus gros et prêts à devenir le siège de recloisonnements tangentiels, bien que nous n'ayons pas observé, jusque-là, de productions secondaires dans la trace foliaire. La région ligneuse *(tr* et *V),* un peu moins développée, présente la même structure. En avant du bois, les fibres primitives *fp* forment un massif plus important dont certains éléments, plus grands que les autres, constituent des éléments diaphragmatiques d'insertion, au voisinage du tissu basilaire de la ligule.

Parvenue à cet état, la trace foliaire quitte le rameau et pénètre dans le coussinet. Nous allons la suivre dans cette pièce en y notant ses modifications, celles du tissu parichnique, et en étudiant la ligule et la chambre ligulaire.

Digitized by Google

Coussinet foliaire.

I. Extérieur du coussinet.

Les coussinets du *Lepidodendron selaginoïdes* sont disposés (fig. 38, 39, 40 et pl. IV, fig. 2, 3, 4) sur un double système d'hélices, qui font

Fig. 38. — Section transversale d'ensemble de la première série des coussinets.

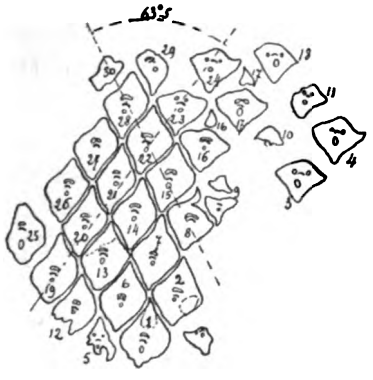


Fig. 39. — Section transversale d'ensemble de la seconde série des coussinets.

Fig. 40. — Section transversale d'ensemble de la troisième série des coussinets.

Grossissement $\frac{3}{1}$.

N.-B. — Ces trois sections sont horizontales pour les coussinets, mais tangentielles pour l'axe du stipe.

entre elles un angle de 63°,5 (fig. 38, pl. IV, fig. 2). Les hélices dextres,

Digitized by Google

pour un observateur central, s'élèvent, par rapport à l'horizon, sous un angle de 70° ; les hélices sénestres montent sous un angle de 47° (1). Il y a onze hélices dextres dans les spécimens nos I et II, nous en avons relevé :

9	dans l'échantillon	III	qui n'ont qu'un croissant ligneux secondaire.
11	—	IV	
13	—	V	
18	—	VI	

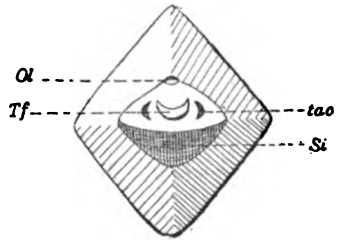
Les hélices foliaires, toujours dextres, sont au nombre de :

9	dans le spécimen	VII	qui présentent un anneau complet de bois secondaire.
10	—	VIII	
15	—	IX	
18	—	X	

L'échantillon n° XII, provenant de Westphalie, a 17 hélices foliaires.

Les coussinets du *Lepidodendron selaginoïdes* ont une forme rhomboïdale (fig. 41) ; leurs dimensions sont les suivantes :

Fig. 41. — Forme schématique du coussinet foliaire, montrant le sinus inférieur *Si*, la cicatrice laissée par la feuille avec sa trace foliaire *Tf* et ses deux massifs de parichnos *tac*, et l'orifice ligulaire *Ol*.



Du sommet de l'angle supérieur (2) au sommet de l'angle inférieur : 3-5 mm (diamètre supéro-inférieur).

(1) D'après M. Bertrand, sur la figure de Witham (pl. I, fig. 4), qui se rapporte à une surface subéreuse, les deux séries d'hélices du *Lepidodendron Harcourtii* font entre elles un angle de 68°, 5 ; les hélices ascendantes dextres montent sous un angle de 73° ; les hélices sénestres sous un angle de 38°.

(2) Haut, bas, droite et gauche pour un observateur placé au centre du stipe et regardant la surface.

Digitized by Google

Du sommet de l'angle droit au sommet de l'angle gauche : $2^{mm}5$—3^{mm} (diamètre droite-gauche).

Côté supérieur	droit,	à sa base,	près de la surface	3 mm
»	» gauche	»	»	3 mm
»	inférieur droit	»	»	3 mm, 5
»	» gauche	»	»	3 mm, 4

Le côté supérieur gauche est convexe. Le côté supérieur droit est convexe dans sa partie inférieure, près de l'angle droit, et légèrement concave près de l'angle supérieur ; il présente donc une double courbure en S. Le côté inférieur droit est concave, c'est-à-dire inverse du côté supérieur gauche. De même le côté inférieur gauche présente une double courbure inverse de celle du côté supérieur droit.

Au voisinage de la surface du stipe, tous ces coussinets se touchent (fig. 38, 39, 40 et pl. IV, fig. 2, 3, 4) et s'emboîtent exactement sans laisser entre eux aucune surface libre. De l'angle supérieur partent deux faces qui, se coupant sous un angle de 70°, déterminent une crête supérieure, brusquement interrompue par une dépression triangulaire, dont le sommet pointe en avant, au niveau de la ligule. La crête supérieure est donc interrompue avant d'atteindre la cicatrice foliaire, ou plutôt semble s'épaissir, en atteignant cette cicatrice, en un triangle dont le sommet est tourné vers le haut et dont la base s'appuie sur la cicatrice. Ce petit triangle n'est autre que l'orifice de la chambre ligulaire (fig. 41 *Ol*). La ligule, généralement courte, enfermée dans la chambre ligulaire, n'est pas visible au dehors ; elle pouvait y arriver cependant ; c'est ce qui explique la divergence des auteurs au sujet de la ligule des Lépidodendrons (1).

De même, des crêtes inférieures de l'attache du coussinet portent des faces qui se coupent sous un angle plus aigu que les faces supérieures (généralement 55°) ; seulement, il en résulte aussi une crête inférieure. Celle-ci est fortement saillante dans le bas du coussinet ; nous l'appellerons talon (voir pl. VII, fig. 6). Cette crête se déprime brusquement un peu au-dessous de la lèvre inférieure de la cicatrice

(1) La ligule a été figurée faisant saillie à l'extérieur par Schimper chez *Lepidophloïos laricinus* (*Traité de paléontologie végétale*, pl. LIX, fig. 4 *b*). Elle nous semble représentée à l'envers, en admettant que l'orientation du coussinet de cette espèce est la même que celui du *Lepidodendron selaginoïdes*.

Digitized by Google

foliaire. Il en résulte sous cette lèvre une dépression assez profonde ou sinus inférieur (fig. 41 *Si)*. Au-dessus de ce sinus inférieur, un prolongement du coussinet portait la cicatrice. La face gauche supérieure et la face gauche inférieure du coussinet se coupent sous un angle de 110 à 113°. Les deux faces droites se coupent sous un angle de 120° environ. Il en résulte deux crêtes latérales, une à droite, une à gauche, qui s'avancent sans interruption sur les angles latéraux de la cicatrice foliaire. L'embouchure du sinus inférieur s'étend quelquefois jusqu'à ces crêtes.

La cicatrice, transversale par rapport au grand diamètre du coussinet, était triangulaire, isocèle, la base en bas, le sommet principal en haut. Celui-ci est émoussé, arrondi ou même entaillé par le bord inférieur de l'orifice de la chambre ligulaire (fig. 41 *Ol)*. Dans la cicatrice, on trouve trois empreintes : une médiane, allongée verticalement, qui est la trace foliaire *Tf ;* deux autres, latérales, un peu au-dessous et voisines de la précédente, en forme de parenthèses, qui sont les traces du tissu parichnique *tac*. Les dimensions de cette cicatrice sont approximativement les suivantes :

Grand diamètre droite-gauche	1 mm, 1
Petit diamètre supéro-inférieur . . .	0 mm, 7
Bord supérieur droit	0 mm, 8
Bord supérieur gauche	0 mm, 8
Bord inférieur.	1 mm, 1
Distance de la trace foliaire à la base de la cicatrice foliaire.	0 mm, 3

Ces dimensions sont la moyenne des dimensions du coussinet au-dessous du sinus inférieur et de la base de la fronde libre.

La partie du coussinet située au-dessus du sinus représentait la région lamelleuse signalée par Corda dans son *Lomatophloios crassicaule*.

Pour faire connaître la structure du coussinet, nous avons pris une méthode analogue à celle dont nous nous sommes servi pour connaître la trace foliaire à ses divers niveaux. A cet effet, nous avons coupé transversalement un ensemble de coussinets, de manière à les rencontrer en des points inégalement éloignés de la surface du stipe. En disposant, ensuite, les sections de ces coussinets, par

Digitized by Google

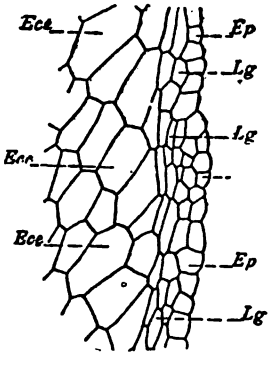
ordre de distance à cette surface, nous avons constaté qu'il n'y avait, de l'un à l'autre, que de très légères variations et qu'on pouvait les considérer comme des sections transversales successives faites dans un même coussinet, depuis sa base jusqu'à la cicatrice foliaire. Les sections transversales du coussinet sont tangentielles par rapport à la surface du stipe (1).

II. Sections transversales par rapport au coussinet.

La section transversale du coussinet, la plus rapprochée du rameau, a la forme d'un losange (pl. V, fig. 1) dont les côtés touchent ceux des coussinets voisins. Cette section est limitée extérieurement par un épiderme *Ep,* renforcé, en certains points, par un liège sous-épidermique (fig. 42 *Lg).* La grande masse du tissu du coussinet est formée par un parenchyme fondamental *Ece,* au centre duquel se trouvent le cordon foliaire *(B* et *L)* et les tissus qui l'accompagnent *tac.* La trace foliaire est dans le plan des crêtes latérales ; par conséquent, dans la section, elle est au niveau des angles droit et gauche.

L'épiderme du coussinet (fig. 42 *Ep)* est formé de petites cellules tabulaires, à section polygonale irrégulière, à parois légèrement épaissies, à cloison extérieure bombée. L'épiderme n'est jamais prolongé en poils et ne présente pas de stomates. La couche épidermique, souvent rompue, forme des lambeaux plus ou moins étendus (2).

Fig. 42. — Section transversale de l'épiderme *Ep,* du liège *Lg,* et du parenchyme fondamental *Ece.*



Grossissement $\frac{140}{1}$.

En certains points et sur une longueur plus ou moins grande, les éléments du parenchyme fondamental, voisins de l'épiderme, sont recloisonnés parallèlement à la surface ; ils ont donné naissance à une sorte de liège (fig. 42 *Lg)* sous-épi-

(1) Nous avons contrôlé nos résultats par l'étude simultanée de trois échantillons provenant de Dusseldorf et du spécimen n° II, qui provient d'Angleterre.

(2) Il n'y a ni hypoderme ni collenchyme.

Digitized by Google

dermique, dont le développement est très variable. Ce liège peut tapisser tout un côté de la section ; il est alors généralement épais de deux à trois rangs d'éléments. Dans d'autres cas, il est beaucoup plus localisé et forme des amas comparables à des sortes de lenticelles. Tantôt le liège s'étend sous l'épiderme ; tantôt encore (mais cela plus rarement) il est séparé de l'épiderme par un rang de cellules.

Le parenchyme fondamental présente une structure un peu différente, suivant qu'on l'observe dans la région inférieure ou dans la région supérieure du coussinet (pl. V, fig. 1). Dans la région inférieure, les éléments sont grands, fortement allongés dans le sens de la longueur, à section polygonale, à parois peu épaissies, lisses. Les plus grands de ces éléments correspondent à la crête longitudinale ; ils sont dans le plan de symétrie du coussinet et s'avancent contre les tissus qui accompagnent la trace foliaire. Ces éléments diminuent de grandeur en se rapprochant de l'angle inférieur du coussinet et des bords droit et gauche.

Dans la région supérieure du coussinet, les éléments du parenchyme fondamental sont de taille très variable, mais toujours moins allongés verticalement que ceux de la région inférieure. Aux angles droit et gauche, les éléments ont une section polygonale presque isodiamétrique, des parois minces. Les cellules du parenchyme fondamental limitant, à droite et à gauche, le parichnos (pl. V, fig. 1 et fig. 43 *tac),* peuvent, dans certains cas, être un peu plus allongées longitudinalement que leurs voisines et former deux arcs latéraux qui rappellent la disposition des éléments parichniques. Dans les autres parties de la région supérieure du coussinet, le parenchyme fondamental se compose d'éléments à parois minces, à section polygonale, très irrégulière, le plus souvent allongée verticalement. Parmi ces éléments, les uns sont volumineux ; les autres, plus petits, semblent dériver des premiers par suite de recloisonnements transversaux. A mesure qu'on se rapproche de la trace foliaire, le diamètre des éléments du parenchyme fondamental diminue.

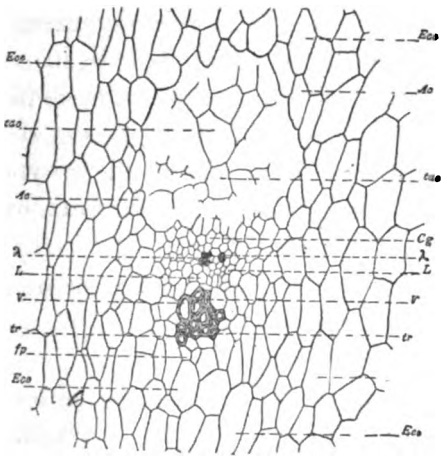
La trace foliaire, très petite, se compose d'une masse ligneuse antérieure *B* (supérieure) et d'un arc libérien *L* postérieur (inférieur).

La masse ligneuse a la forme d'une ellipse (fig. 44) ou d'une masse triangulaire (fig. 43), dont le sommet est antérieur et la base postérieure. Elle est formée, en avant, d'une dizaine de trachées *tr* grêles

Digitized by Google

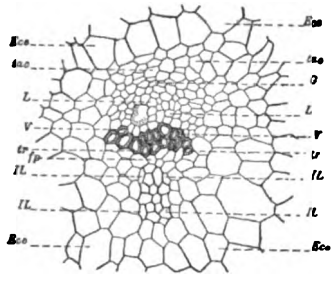
et en arrière de quelques vaisseaux rayés *V*, un peu plus gros que les trachées. Il y a donc, même en ce point, polarisation nette des

Fig. 43. — Section transversale de la trace foliaire et du parichnos du coussinet n° 20 de la fig. 38, figuré aussi pl. V, fig. 1.



Grossissement $\frac{150}{1}$.

Fig. 44. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse et du parichnos du coussinet B de l'échantillon II, montrant la forme allongée tangentiellement de la masse ligneuse (Dans ce spécimen, la région basilaire de la ligule se reconnaît déjà).



Grossissement $\frac{150}{1}$.

fp, fibres primitives. *tr*, trachées. *V*, vaisseaux scalariformes. *L*, Liber. *Cg*, cellules grillagées. *l*, laticifères. *G*, Gaîne. *tac*, parichnos. *Ac*, assise de contact. *Ecc*, parenchyme fondamental. *Il*, cellules d'insertion de la ligule.

éléments ligneux. Dans le plan de symétrie, le bois a trois ou quatre rangs d'éléments, suivant le diamètre des vaisseaux rayés.

La partie libérienne *L* de la trace foliaire, plus importante, forme un arc, au dos du massif ligneux. Elle est constituée par de très petits éléments à section polygonale, à parois minces. L'arrangement radial de ces éléments est peu accentué ; les éléments antérieurs, ceux qui touchent le bois, sont les plus grands ; les autres sont inégaux, à parois minces. Il y a quelques laticifères *l*, peu nombreux, vers l'extérieur. La partie libérienne peut atteindre sept à huit rangs d'épaisseur.

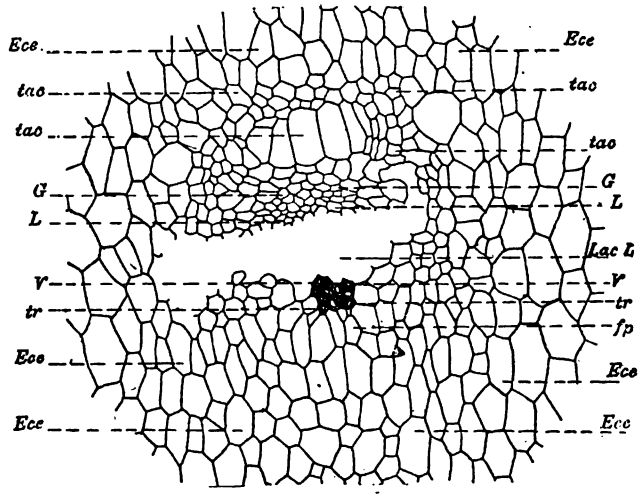
Le bois est tapissé antérieurement et latéralement par des fibres primitives très volumineuses *fp*.

Digitized by Google

La gaîne *G* n'est visible qu'en arrière, entre le tissu parichnique et le cordon libéro-ligneux.

Derrière la trace foliaire, entre celle-ci et le parenchyme fondamental de la région inférieure du coussinet, on trouve le parichnos, formé par un tissu *tac* délicat, dont les éléments sont très inégaux et très probablement glandulaires. Certains de ces éléments sont volumineux, manifestement hypertrophiés, les éléments voisins étant petits, comme écrasés. Le parichnos n'est que le prolongement de l'écorce interne du rameau. Nous désignerons toujours ce tissu sous le nom de parichnos ou tissu parichnique. Dans cette section, ce tissu est formé par cinq à six rangs d'éléments, dont trois grands et deux ou trois petits. Parfois, tous les éléments d'une même file s'hypertrophient simultanément (fig. 45) et forment un grand arc tangentiel

Fig. 45. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse et du parichnos d'un coussinet montrant l'hypertrophie d'une série radiale d'éléments parichniques.



Grossissement $\frac{100}{1}$.

Mêmes notations que fig. 43 et 44 et, en plus, *LacL*, lacune libérienne.

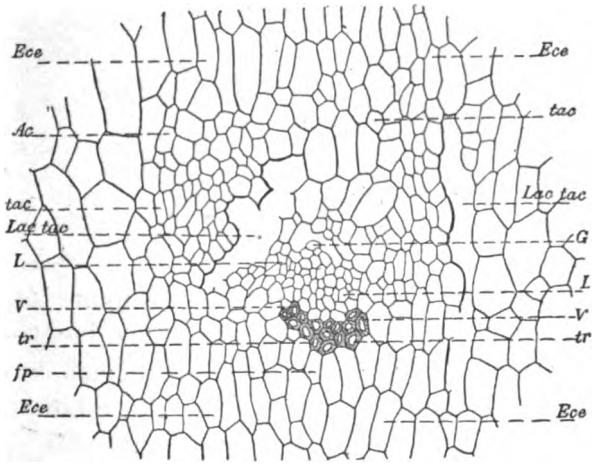
de 6-7 cellules, très visibles, alors que les autres éléments sont demeurés grêles. Puis vient, contre le parenchyme fondamental, un

Digitized by Google

arc de petits éléments à section polygonale ; cet arc est plus épais de chaque côté du plan de symétrie. C'est une sorte de gaine qui limite le tissu fondamental et le tissu parichnique et que nous appelons assise de contact *Ac* (voir fig. 43). Toutes les parois de ces cellules sont très minces et leurs angles légèrement arrondis. A cause de la délicatesse de ses éléments, le tissu parichnique est le plus souvent imparfaitement conservé et remplacé alors par une lacune au milieu de laquelle on en retrouve des traces. Cette lacune, plus ou moins étendue, est parfois limitée à une bande transversale et peut exister en même temps que la lacune libérienne (fig. 45 *LacL)* comprise entre le bois et le liber de la trace foliaire.

La section transversale suivante du coussinet diffère de la précédente par la structure du parichnos. Les grosses cellules, situées au milieu de ce tissu et qui séparaient les deux arcs de petits éléments, s'étendent jusqu'au parenchyme fondamental (fig. 46) et partagent en deux massifs latéraux distincts l'arc parichnique de petits éléments. Ce tissu, plus développé, déborde bientôt de chaque côté du faisceau (fig. 47) et peut même s'étendre un peu à sa droite et à sa gauche. Ce tissu délicat étant le plus souvent détruit et remplacé par une lacune *Lactac,* il existe, en arrière du faisceau, un grand vide, disposé en arc, dont la convexité regarde la région infé-

Fig. 46. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse et du parichnos d'un coussinet, montrant les grands éléments du parichnos, s'étendant jusqu'au parenchyme fondamental et le séparant de ce tissu en deux groupes latéraux des petits éléments.

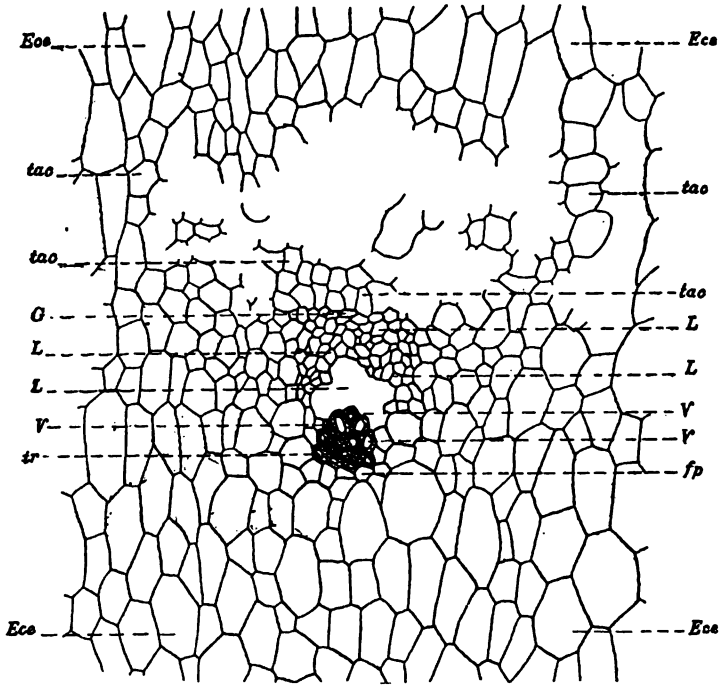


Grossissement $\frac{100}{1}$.
Mêmes notations que fig. 43 et 44 et, en plus, *Lac tac,* lacune parichnique.

Digitized by Google

rieure du coussinet. Dans certains cas, la destruction n'a pas atteint les grandes cellules s'étendant du parichnos au faisceau ; celles-ci

Fig. 47. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse et du parichnos du coussinet n° 7 de la fig. 38, montrant l'étalement latéral du parichnos.



Grossissement $\frac{150}{1}$.

Mêmes notations que fig. 43 et 44.

forment une sorte de trabécule réunissant le liber au parenchyme fondamental. La lacune arquée est alors remplacée par deux lacunes plus petites, occupant la place des massifs latéraux de petits éléments parichniques. Nous tenons à signaler, dès maintenant, les relations qui existent entre ces massifs latéraux et les deux cicatricules en parenthèses, placées à droite et à gauche de la trace foliaire.

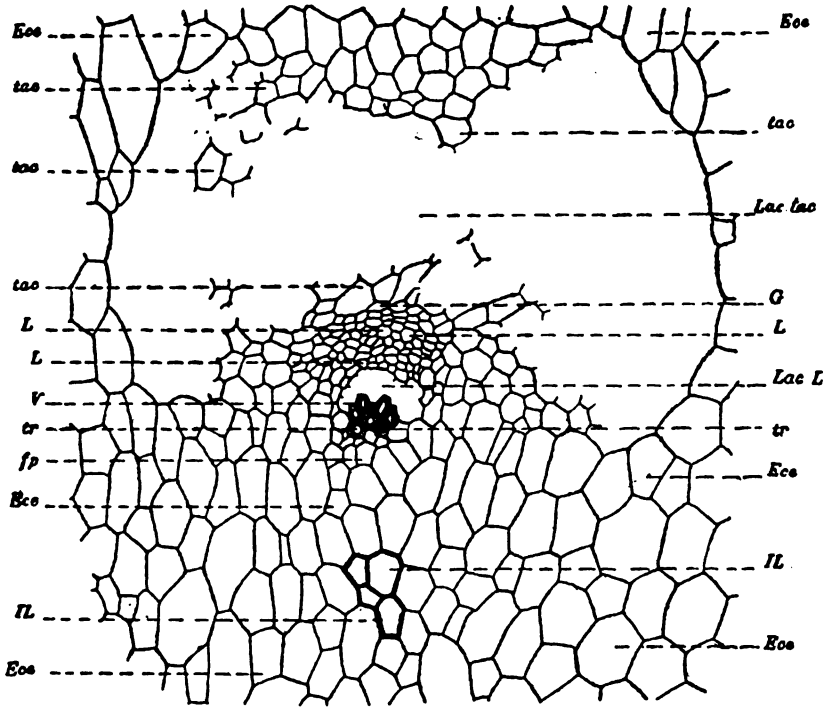
En étudiant les sections transversales comprises entre la précédente et celle qui passe près du fond du sinus inférieur, on constate les variations suivantes :

Digitized by Google

Les cellules du parenchyme fondamental de la région inférieure du coussinet sont moins allongées longitudinalement.

Quelquefois, entre le bois et le liber, on voit une lacune *LacL,* due à la destruction des éléments libériens les plus intérieurs (fig. 48 et 49).

Fig. 48. — Section transversale du coussinet 15 de la figure 38. Début de la base de la ligule.



Grossissement $\frac{150}{1}$.

Mêmes notations que fig. 43 et, en plus, *Il,* éléments d'insertion de la ligule.

Le bois (fig. 49 *tr, V)* est formé par trois ou quatre rangs d'éléments, de même calibre, disposés en séries radiales et tangentielles. Il n'est plus guère possible de distinguer, sur une section transversale, les trachées *tr* des vaisseaux rayés *V.*

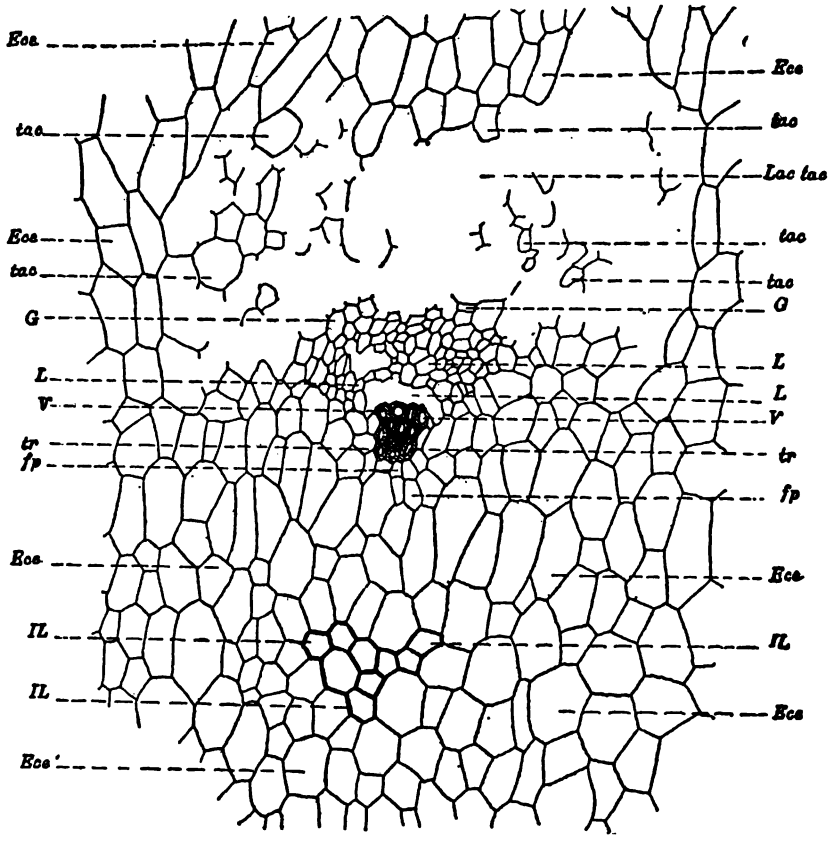
Le parichnos *tac* déborde fortement de chaque côté de la trace foliaire et s'étend à droite et à gauche de celle-ci. Il a la même structure que

Digitized by Google

précédemment et forme deux massifs latéraux d'éléments, qui se détruisent le plus souvent et constituent les lacunes latérales *Lac tac.*

Dans le parenchyme fondamental *Ece* de la région supérieure du

Fig. 49. — Section transversale du coussinet 6 de la figure 38.



Grossissement $\frac{150}{1}$.

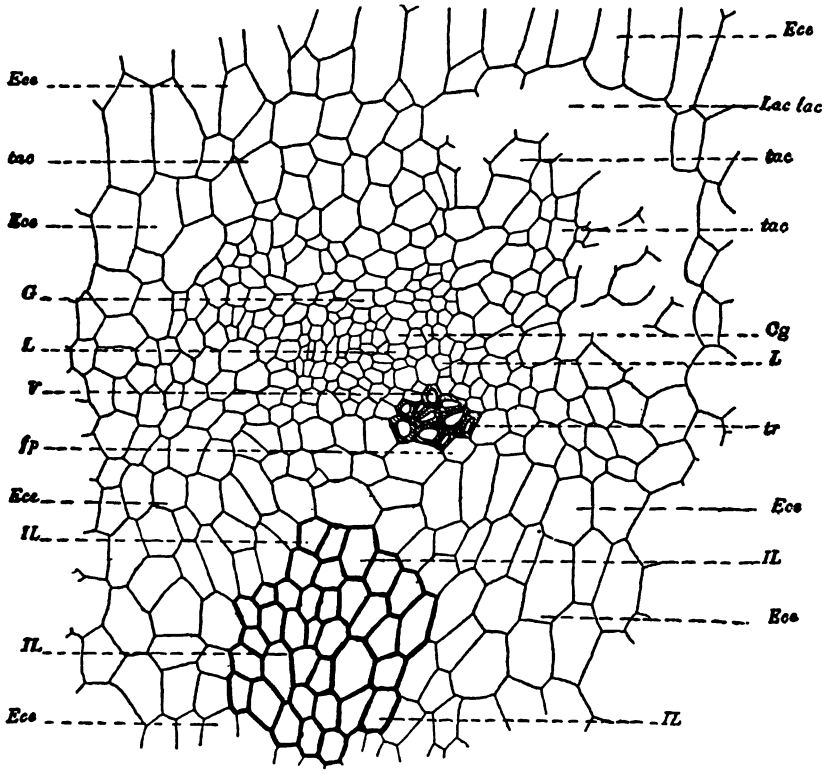
Mêmes notations que fig. 48.

coussinet, les recloisonnements, plus nombreux, se localisent, peu à peu, en avant de la trace foliaire, près des fibres primitives antérieures *fp,* dans le plan de symétrie. Cette masse représente la région d'insertion de la ligule. Celle-ci apparaît d'abord sous forme d'un îlot de quatre à cinq cellules plus petites *Il* (fig. 48). Ces cellules, à section

Digitized by Google

polygonale, presque isodiamétriques, ont un aspect un peu différent des éléments fondamentaux voisins. Très rapidement, le nombre des éléments de ce tissu augmente (fig. 50) ; bientôt, on est en présence

Fig. 50. — Section transversale du coussinet 12 de la figure 38.



Grossissement $\frac{175}{1}$.

Mêmes notations que fig. 48.

d'un massif assez important, situé dans le plan de symétrie et en avant de la trace foliaire. Cette région d'insertion de la ligule est reliée au faisceau par de grandes cellules, élevées radialement, disposées en arc, sur deux ou trois rangs, entre le bois et la base de la ligule.

La section transversale du coussinet, passant près du fond du sinus inférieur, présente la forme indiquée (n° 8 de la fig. 39 ; pl. IV, fig. 3 et pl. V, fig. 2). A son tiers inférieur, apparaît une lame sombre

Digitized by Google

transversale, légèrement arquée, dont les cellules sont chargées de corps étrangers (1). Elles ont des parois un peu plus épaisses que les éléments voisins du parenchyme fondamental ; les unes ont une section polygonale tabulaire et se rapportent à l'assise épidermique ; les autres ont une section polygonale plus allongée, presque rectangulaire et appartiennent au liège sous-épidermique, qui tapisse le fond du sillon. La structure des autres tissus n'a pas changé, à cela près que les éléments de la base de la ligule sont alignés horizontalement de manière à donner, sur la section, une masse circulaire. Parfois ils présentent un commencement de dissociation ; de petits méats apparaissent entre ces éléments.

Dans la région qui correspond au sinus inférieur (n° 4 de la fig. 39 ; pl. IV, fig. 3 et pl. V, fig. 3), la cavité du sinus, en forme d'arc courbé vers l'extérieur, est limitée par un épiderme, tapissé de trois à quatre rangs de petites cellules subéreuses disposées en séries radiales. Contre ce liège et vers le sillon, on trouve de ci, de là, des traces d'épiderme. Le parichnos forme deux masses latérales bien distinctes, séparées par une sorte de trabécule médian. La trace foliaire est moins élevée, dans le sens radial, plus elliptique, avec bois triangulaire, nettement unipolaire, et liber postérieur. La gaîne n'est indiquée que par un arc postérieur. Antérieurement, le bois est relié à la ligule par six à huit rangs de grands éléments. La ligule s'éloigne de la trace foliaire et se rapproche du tiers supérieur du coussinet. En certains points, les cellules basilaires de la ligule sont dissociées. Nous atteignons alors le fond de la chambre ligulaire. L'insertion de la ligule s'y fait très obliquement, parce que sa section tient encore quelque temps à la paroi de la chambre, alors qu'elle est déjà libre sur le reste de son pourtour.

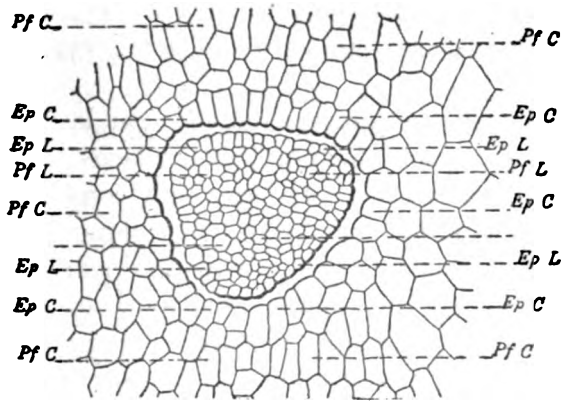
Un peu plus loin, la chambre ligulaire est tapissée d'épiderme *EpC* (fig. 51) sur tout son pourtour et, au centre, on trouve la ligule à section triangulaire, à angles émoussés, l'un d'eux étant antérieur, la base étant postérieure. Elle tient plus longtemps à la paroi posté-

(1) Sur la fig. 2 de la pl. V, cette lame n'est pas exactement dans le plan de symétrie, la coupe du coussinet étant très légèrement oblique.

Digitized by Google

rieure de la chambre ligulaire qu'à sa paroi antérieure. Quant à sa constitution histologique, la ligule est formée d'une couche de cellules épidermiques *EpL,* beaucoup plus petites que celles de la chambre *EpC,* avec lesquelles elles se continuent directement. Cet épiderme recouvre un parenchyme *PfL* composé de cellules petites, isodiamétriques, sans méats ; certaines d'entre elles s'hypertrophient parfois. Il y a néanmoins pour l'ensemble un arrangement radial assez net. Les éléments sont étirés dans le sens de la longueur de la ligule. La structure de cette ligule est donc bien plus complexe que celle de nos *Isoétées* (1).

Fig. 51. — Section transversale de la ligule, dans sa région libre.



Grossissement $\frac{90}{1}$.

EpC, épiderme de la chambre ligulaire.
PfC, parenchyme fondamental du coussinet.
EpL, épiderme de la ligule.
PfL, parenchyme fondamental de la ligule.

En étudiant des sections transversales plus externes du coussinet, on voit le sinus, représenté jusqu'ici par une cavité fermée de toutes parts, gagner les côtés de l'angle inférieur du coussinet, l'atteindre et séparer postérieurement (n° 17 de la fig. 38 ; pl. IV, fig. 2 et pl. V, fig. 4) la forte saillie *tal* de la crête inférieure (2). Celle-ci, quand

(1) La ligule peut présenter un développement différent, suivant l'échantillon considéré. En général, dans les spécimens de Dusseldorf, elle tient encore à la paroi postérieure de la chambre ligulaire et commence seulement à devenir libre ; tandis que, dans les échantillons d'Angleterre, elle était complètement libre, bien avant ce niveau. Dans les coussinets de Dusseldorf, le tissu basilaire de la ligule est très important et très volumineux ; il est remarquable par les petits éléments qui entourent la chambre ligulaire. La chambre ligulaire est bien plus profonde dans l'échantillon anglais que dans ceux de Dusseldorf.

(2) Parfois la fente atteint un des côtés du coussinet avant l'autre et sur le bord opposé, on voit une languette de tissu descendre de la région supérieure et se continuer avec la région inférieure ou talon du coussinet (voir fig. 39 et 40).

Digitized by Google

elle est complètement détachée, a la forme d'une pièce triangulaire, légèrement concave à sa partie supérieure, terminée en pointe à son extrémité postérieure, peu épaisse, composée uniquement d'épiderme, de liège sous-épidermique et de parenchyme fondamental. Les cellules de ce dernier tissu ont une section polygonale irrégulière ; les unes sont isodiamétriques ; les autres, un peu plus allongées longitudinalement, sont localisées le long de la crête inférieure du coussinet. Cette région inférieure des bases foliaires est peu épaisse, elle disparaît bientôt.

La région supérieure du coussinet a la forme indiquée par la fig. 4 de la pl. V. Les côtés supérieurs sont formés par les faces supérieures du coussinet, tandis que ses côtés inférieurs sont constitués par les faces supérieures du sinus. Le liège sous-épidermique comprend environ quatre rangs de cellules contre le sinus inférieur. Les plus petits éléments du parenchyme fondamental sont localisés dans le plan médian, suivant la crête supérieure. Parfois, près du bord inférieur, les éléments fondamentaux sont plus mal conservés ; on approche rapidement de la cicatrice foliaire.

Le parichnos est représenté tantôt par une lacune arquée, dont la convexité regarde la face inférieure, tantôt par deux lacunes, situées de chaque côté du faisceau.

Au-delà, les sections transversales du coussinet n'affectent plus que sa région supérieure (nos 3, 4, 8, 18, 23 et 24 de la fig. 39 ; pl. IV, fig. 2 et pl. V, fig. 5). Les tissus superficiels, le parenchyme fondamental et le faisceau ont la même structure. Les massifs latéraux du parichnos sont formés de grosses cellules hypertrophiées, commençant à se dissocier et laissant entre elles de petits méats (massif latéral droit). Ces cellules, en se détruisant, produisent des lacunes (massif latéral gauche) et forment les massifs latéraux, probablement glandulaires, qui accompagnent, de chaque côté, la trace foliaire et qui se traduisent, sur la cicatrice foliaire, par les deux cicatricules en parenthèses.

La ligule s'écarte de la trace foliaire et se rapproche de l'angle antérieur ; elle est coupée obliquement et semble, pour ce motif, élargie radialement.

Digitized by Google

En se rapprochant toujours de la cicatrice foliaire, les sections transversales du coussinet ont, à peu près, la même forme et la même structure (pl. V, fig. 6) que la section précédente. Les bords postérieurs sont très rapprochés de la trace foliaire. Nous arrivons à la cicatrice. Les massifs latéraux du parichnos sont représentés par des lacunes, dues à la destruction des éléments hypertrophiés. Ces lacunes sont bordées par des cellules du parenchyme fondamental, qui peuvent se disposer normalement par rapport à cette surface. La ligule s'éloigne toujours de la trace foliaire pour se rapprocher de l'angle antérieur du coussinet.

La section transversale, la plus extérieure du coussinet, montre les bords inférieurs se rapprochant, de plus en plus, de la trace foliaire et des massifs latéraux du parichnos. La ligule se termine dans la chambre ligulaire et ne fait pas saillie à l'extérieur (1). La chambre ligulaire est réduite à une fente étroite, qui s'ouvre à l'extérieur, près de l'angle supérieur du coussinet. Plus extérieurement, les sections transversales du coussinet (n° 10 de la fig. 39 ; pl. V, fig. 7) ne rencontrent plus que la cicatrice foliaire qui présente la même structure que les dernières sections transversales du coussinet que nous venons de décrire.

En résumé, par cette étude des coupes transversales successives du coussinet, on constate que le faisceau est accompagné, à sa région postérieure, d'un tissu parichnique, qui se continue directement avec l'écorce interne du stipe. Ce tissu parichnique forme d'abord un arc à convexité postérieure ; les extrémités de cet arc ne tardent pas à s'écarter et à former, de chaque côté de la trace foliaire, deux massifs de petits éléments. Ceux-ci, s'hypertrophiant et se dissociant ensuite, constituent probablement deux glandes latérales, qui se traduisent, sur la cicatrice foliaire, par les deux cicatricules en parenthèses, situées de chaque côté de la cicatricule de la trace foliaire. Nous avons, de plus, constaté l'existence d'une ligule très bien caractérisée, placée à la partie antérieure de la trace foliaire ; celle-ci, plus com-

(1) La ligule ne s'étend pas jusque-là dans les spécimens de Dusseldorf ; elle est plus longue dans les échantillons anglais.

Digitized by Google

pliquée que celle des *Isoetes*, est logée dans une chambre close et vient s'ouvrir sur la crête antérieure du coussinet qu'elle interrompt.

Il est probable que sur les pièces fructifères, on trouvera, comme dans nos Centradesmides, le sporange entre la ligule et le stipe.

III. Section radiale du coussinet.

Nous avons été assez heureux pour pratiquer plusieurs sections radiales du coussinet passant par la trace foliaire, la chambre ligulaire et la ligule.

La section radiale, passant dans le plan de symétrie du coussinet, a la forme représentée pl. VII, fig. 6. Elle montre : la forme de la crête inférieure ; le sinus *Si* qui la limite ; la saillie formée par la région amincie qui porte la cicatrice ; la crête supérieure ; la chambre ligulaire *CLig ;* la ligule *Lig* enfermée dans cette chambre ; enfin, la cicatrice foliaire.

Les crêtes inférieure et supérieure sont limitées par des traces d'épiderme *Ep,* renforcé souvent par du liège sous-épidermique. Celui-ci existe toujours aux points d'attache du coussinet sur le stipe et dans le fond du sinus inférieur ; il peut avoir jusqu'à trois et même quatre rangs de cellules. Le parenchyme fondamental *Ece* est composé de grands éléments à section polygonale irrégulière, dans toute la région inférieure et dans le haut de la crête supérieure. Au voisinage du faisceau, à la base de la ligule et dans le haut de la chambre ligulaire, au pourtour de celle-ci, dans l'angle supérieur, les éléments fondamentaux sont plus petits. Le faisceau et le parichnos s'étendent dans toute l'épaisseur du coussinet. Le parichnos est formé d'éléments à section rectangulaire et à parois minces ; ils sont plus grands que les cellules libériennes et plus petits que les cellules du parenchyme fondamental.

La ligule *Lig* ne s'avance que jusqu'aux deux tiers de la chambre ligulaire *CLig ;* jamais nous ne l'avons vu faire saillie à l'extérieur.

IV. Sections horizontales principales du coussinet.

Les sections transversales du stipe coupent horizontalement le coussinet. En fait, ces sections sont obliques par rapport aux cous-

Digitized by Google

sinets et perdent, dès lors, une grande partie de leur utilité pour l'étude de ces organes. Mais, comme elles sont de beaucoup les plus fréquentes, il est indispensable, croyons-nous, qu'on sache les lire facilement, ne serait-ce que pour permettre le contrôle des résultats précédemment énoncés, d'après des échantillons qui sont entre les mains de tous.

Niveau 1. — Dans sa région inférieure, entre sa base et le sinus inférieur, le coussinet a la forme représentée par les fig. 1, 2 et 3 de la pl. VI. A ce niveau, le coussinet se compose d'un épiderme, d'un peu de liège sous-épidermique et de parenchyme fondamental.

L'épiderme *Ep* a les caractères que nous avons déjà signalés plusieurs fois.

Le liège n'existe, le plus souvent, que sur les côtés du coussinet, près de ses points d'attache avec les bases foliaires voisines.

Le parenchyme fondamental *Ece* se compose de cellules à section polygonale, irrégulière, légèrement arrondie ; elles ne laissent entre elles aucun méat. Les plus petits de ces éléments sont situés dans la région médiane du coussinet et près de sa surface extérieure. Sur les côtés, au contraire, les éléments sont plus volumineux, hypertrophiés, très rarement recloisonnés longitudinalement.

Les tissus du coussinet se relient au liège de la périphérie du rameau par quelques cellules, qui, recloisonnées tangentiellement, ont formé de nouveaux éléments subéreux *Ac,* en continuation de ceux du rameau. Ces recloisonnements tangentiels sont moins nombreux vers le plan de symétrie.

Niveau 2. — La section du coussinet, passant par le sinus inférieur, a la forme représentée pl. VI, fig. 4. Le coussinet est plus ou moins profondément bilobé. Tantôt, il ne présente qu'une faible échancrure ; tantôt au contraire, il est divisé presque complètement en deux portions par une fente très profonde. Les tissus sont les mêmes à ce niveau qu'au précédent.

Le liège, qui n'existait que sur les bords, se voit, en plus, au-dessous du sillon transversal *Si ;* il est épais de deux à trois rangs d'éléments.

Niveau 3. — La section horizontale du coussinet, qui passe entre

Digitized by Google

la cicatrice et le sinus, montre le faisceau foliaire pénétrant dans le coussinet. La forme de cette section est représentée pl. VI, fig. 5. Dans le plan de symétrie, le parichnos *tac* constitue une bande radiale de six à huit rangs de petits éléments, à parois minces, à section polygonale, irrégulière, allongés parallèlement à la trace foliaire. Dans certaines files cellulaires de ce tissu, principalement dans les plus extérieures, les éléments, presque isodiamétriques, sont empilés en séries régulières.

Niveau 4 (1). — La section passant par la cicatrice du coussinet foliaire, a la forme représentée pl. VI, fig. 6 et 7. Le faisceau *(B* et *L)* et le parichnos *tac* forment, dans le plan médian, une bande radiale. Les éléments ligneux *B,* coupés longitudinalement, sont disposés sur six à sept rangs de largeur dans toute l'étendue du coussinet; près de la surface, ils sont détruits et forment une sorte de puits qui constitue la cicatricule vasculaire. A droite et à gauche de la bande ligneuse, et dans toute son étendue, on voit un ou deux rangs d'éléments à section polygonale, allongée radialement, à parois minces. Puis, viennent, de chaque côté, deux à trois rangs de cellules plus grandes, plus larges, à section polygonale et à parois minces. Enfin, on trouve, à droite et à gauche, une série d'éléments, à section polygonale, à parois minces; ces derniers éléments, petits vers le tiers moyen du coussinet, s'hypertrophient, se dissocient vers l'extérieur et forment, par leur destruction, des lacunes latérales. Celles-ci sont nettement en communication avec les cicatricules placées de chaque côté de la trace foliaire, un peu au-dessous de celle-ci. Vers l'intérieur, ces séries cellulaires latérales de petits éléments diminuent, se réunissent dans le plan médian et se rattachent au parichnos *tac* qui accompagne le faisceau à sa face postérieure.

A ce niveau, le parenchyme fondamental *Ece* forme, de chaque côté de la trace foliaire et des tissus qui l'accompagnent, une masse importante. Les éléments voisins du faisceau sont étroits, allongés radialement; les éléments les plus volumineux sont situés au milieu et sur les bords de ces masses de parenchyme fondamental.

(1) Les échantillons de Dusseldorf étant mieux conservés, nous les prenons pour type de ce niveau, bien que les coussinets soient plus épais que ceux des spécimens anglais.

Digitized by Google

Niveau 5. — Dans la section transversale, pratiquée entre le faisceau et l'ouverture de la chambre ligulaire (pl. VII, fig. 1 et 2), la ligule *Lig* forme, dans le plan médian, une masse triangulaire dont un sommet est antérieur et dont la base est postérieure. Elle se compose (voir fig. 51) d'éléments à section polygonale, irrégulière, un peu allongée radialement, à parois minces, lisses. Ces éléments se recloisonnent dans la région antérieure du coussinet. La ligule a la structure décrite page 95. L'épiderme de la chambre ligulaire et le tissu contigu ont des éléments plus petits, très régulièrement orientés par rapport à la surface de la chambre.

Niveau 6. — Plus haut, la ligule se rapproche de la surface. En arrière de la chambre ligulaire, le tissu qui forme la languette au-dessus de la cicatrice, est composé de petits éléments allongés dans l'axe de cette languette.

Niveau 7. — La section horizontale, passant par l'embouchure de la chambre ligulaire, a la forme indiquée pl. VII, fig. 3. Le coussinet, encore très large, présente une légère échancrure qui correspond à l'ouverture *OLig* de la chambre ligulaire. Celle-ci est tapissée antérieurement par de nombreux éléments, plus grêles, régulièrement alignés, qui relient l'épiderme de la chambre aux grands éléments du parenchyme fondamental *Ece,* plus antérieur.

Niveau 8. — Les sections horizontales, pratiquées au-dessus de l'orifice de la chambre ligulaire, rencontrent la crête supérieure du coussinet : elles sont triangulaires (pl. VII, fig. 4). Elles décroissent rapidement, leur base devenant de moins en moins large à mesure qu'on s'élève. Dans ces régions, il n'y a plus trace du cordon libéro-ligneux, ni du tissu postérieur, ni de la ligule. Il ne reste que l'assise épidermique externe *Ep,* le liège sous-épidermique et une certaine quantité de parenchyme fondamental *Ece.*

Digitized by Google

Échantillon n° II

C'est encore à l'extrême libéralité de l'éminent collectionneur d'Halifax, M. W. Cash, que nous devons l'échantillon n° II, dont nous allons maintenant nous occuper. La longueur de ce spécimen était de 32 mm. La partie inférieure de cet échantillon était cassée en biseau ; sa région supérieure était, au contraire, nettement coupée transversalement, montrant que des préparations avaient déjà été prélevées sur ce rameau. Une section transversale, pratiquée dans cette même région supérieure, présente les particularités suivantes (1) :

Cette section transversale (pl. I, fig. 2) est légèrement elliptique ; elle mesure 18 mm suivant le grand diamètre et 15 mm suivant le petit. La zône des coussinets ne se voit que sur une partie de son contour ; sur le reste de la surface, cette zône a été enlevée par une cassure qui met à nu le liège. Tous les tissus sont à peu près à leur place ; le bois seul (bois primaire et secondaire) a été légèrement rejeté sur un des côtés, près de la gaine casparyenne (pl. II, fig. 2). Mais ce faible déplacement ne gêne en rien l'étude des divers tissus.

Nous retrouvons tous les tissus signalés et décrits dans l'échantillon n° I. Les productions libéro-ligneuses secondaires, ainsi que la couche subéreuse, sont moins développées. Nous pouvons donc considérer ce spécimen comme moins âgé que le précédent, en supposant qu'il soit de même ordre et de même calibre (2).

(1) Dans les lignes qui suivent, nous nous bornerons, pour le moment, à comparer ce spécimen avec l'échantillon n° I, nous réservant d'y revenir, quand nous pourrons faire l'étude directe de la trace foliaire à ses divers niveaux, sur les sections transversales successives que nous avons l'intention d'y pratiquer.

(2) On peut le supposer de même calibre, car le diamètre du cylindre ligneux primaire est sensiblement le même ; de plus, il présente le même nombre d'hélices foliaires dextres que l'échantillon I. Ces deux rameaux sont donc comparables.

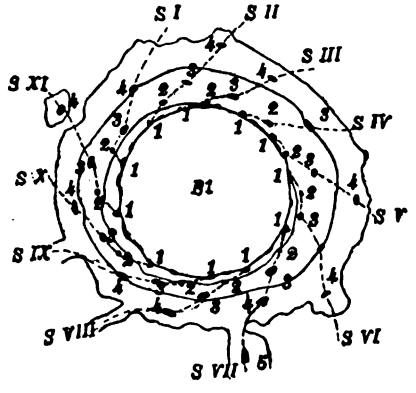
Digitized by Google

Bois primaire. — Dans la région axiale du bois primaire, nous trouvons le même mélange de fibres primitives *fp*, de cellules ligneuses réticulées *cr* et de gros vaisseaux *V* (pl. II, fig. 2). Ces derniers ont un calibre plus grand. Les cellules réticulées montrent très nettement un réticule secondaire très délicat dans les mailles du premier réseau.

La couronne vasculaire, d'épaisseur variable, ne compte, en certains points, que deux gros vaisseaux *V* (1), tandis que, en d'autres, elle en a quatre et même cinq.

A la périphérie, les bandes et les pointements trachéens alternent d'une façon remarquablement régulière (fig. 52).

Fig. 52. — Distribution des traces foliaires de l'échantillon II, à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône profonde de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{40}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.

2, 3, 4, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, S II, ...S XI, hélices foliaires, *I, II, ...IX*.

Bois secondaire. — Le bois secondaire *B2* forme, autour du bois primaire, un croissant dont les bords sont un peu plus écartés l'un de l'autre que dans l'échantillon n° I ; ce qui correspond à l'âge moins avancé du spécimen. Ici, le bois secondaire manque sur un arc de 95°, c'est-à-dire sur un peu plus d'un quart de la circonférence, entre le faisceau 1 de la série VI et la bande trachéenne comprise entre les séries III et IV (pl. I, fig. 2 et pl. II, fig. 2). Dans la région où il est le plus épais, en regard des faisceaux 1 et 2 de la série XI et des faisceaux 3 et 4 de la série X, il comprend quatre ou cinq rangées de trachéïdes, par série radiale. Les éléments ligneux secondaires ont des parois épaissies entre les faisceaux 1 des séries X et II, et

(1) Nous nous demandons, s'il n'y a pas là, l'indication d'un côté où se fera, ou bien où s'est faite la dernière dichotomie, car c'est à une extrémité de l'ellipse qu'on voit cette réduction.

Digitized by Google

entre les bandes trachéennes comprises entre les séries VI et VII d'une part, VIII et IX d'autre part. A gauche de la bande trachéenne comprise entre les séries VI et VII, à droite du faisceau 1 de la série II, et aussi entre les bandes trachéennes comprises entre les séries VIII et IX et les séries IX et X, les trachéïdes ont des parois minces. Dans cette dernière région, outre les cellules de rayon, le bois secondaire est formé par un mélange de gros éléments hypertrophiés, à parois minces, et d'éléments plus petits, lignifiés. De ce fait que le croissant ligneux secondaire présente, en deux points différents, des fibres toutes à parois lignifiées, on dirait que le bois secondaire a apparu simultanément en ces deux points ; alors que, généralement, il se montre d'abord en un seul, pour se propager ensuite, peu à peu, à droite et à gauche.

Zône cambiale. — La zône cambiale *Zc,* toujours formée d'éléments plus petits que les trachéïdes, s'étend un peu au-delà du croissant ligneux secondaire ; mais elle manque, complètement, sur une certaine étendue (73° à 80°). Les éléments ligneux primaires sont, en ce point, unis au liber par deux rangs de fibres primitives.

Liber. — Le liber parenchymateux *L* est seul conservé. Comme dans l'échantillon n° I, il forme des trabécules et des arceaux, au milieu desquels se trouvait le tissu grillagé qui a été détruit. Derrière les traces foliaires, alors même qu'elles sont encore dans la région libérienne, on voit quelques laticifères. Ceux-ci manquent dans les autres parties du liber, même dans la région péricambiale.

Écorce interne. — La gaîne casparyenne *G,* qui entoure les traces foliaires, est plus nettement visible que dans l'échantillon n° I.

La zône profonde de l'écorce interne *Ecizr* ne présente pas un caractère rayonné aussi accusé que chez le *Lepidodendron fuliginosum.* Les zônes moyenne et externe de l'écorce interne sont un peu mieux conservées que dans l'échantillon précédent, bien qu'on ne les puisse observer qu'autour des traces foliaires, qu'elles entourent comme des sortes de trabécules. Leur structure est la même dans ce spécimen que dans l'échantillon n° I.

Digitized by Google

Écorce moyenne. — La zône moyenne de l'écorce moyenne *Ecm* comprend de vingt à vingt-cinq rangées de cellules. La zône cambiforme est excessivement nette et on voit, avec toute la netteté désirable, que le liège provient du recloisonnement tangentiel des éléments corticaux, de plus en plus intérieurs, comme M. Bertrand l'a reconnu pour le *Lepidodendron Harcourtii*. En certains points, il est facile de voir des cellules corticales, hypertrophiées radialement, sur le point de se cloisonner tangentiellement.

Le liège *Lg* comprend une quarantaine d'éléments par file radiale. Ses cellules, grandes dans la région interne, diminuent et s'aplatissent vers l'extérieur. Les petits éléments subéreux externes sont comprimés ; leurs parois radiales sont plissées, parfois même rompues (voir fig. 17, p. 58, *X*). Il existe donc, dans cette région, une zône qui tendait à s'écraser. C'est suivant cette zône que devait se faire l'exfoliation de la région des coussinets, en admettant qu'elle se produisit. C'est également une zône de moindre résistance, suivant laquelle l'échantillon se casse plus facilement. Il en est ainsi dans cet exemple, où une cassure a mis à nu une partie du liège.

Le tissu parichnique, qui accompagne la trace foliaire dans sa traversée de l'écorce moyenne et du liège, et le tissu délicat, qui remplit les fentes radiales du liège, sont mieux conservés que dans l'échantillon n° I.

Région des Coussinets. — La région des coussinets *Ece,* qui existe sur une partie de ce spécimen, a la même structure que celle du spécimen précédent.

Les diverses sections transversales de cet échantillon nous ont fourni certaines sections horizontales des coussinets qui sont intéressantes.

Ainsi, le coussinet de la série I (pl. I, fig. 2 *Y* et pl. VII, fig. 2) montre admirablement la ligule, dans la région où elle est redressée et libre dans la chambre ligulaire. C'est cette section que nous avons prise pour type de notre niveau 5 (voir p. 101). Le coussinet de la série IV, est coupé au niveau de l'embouchure de la chambre ligulaire (voir pl. I, fig. 2 *Z* et pl. VII, fig. 3).

Distribution des traces foliaires. — La disposition des traces fo-

Digitized by Google

liaires est la même dans l'échantillon n° II que dans le spécimen n° I. Elle est d'une régularité parfaite. Nous avons compté onze hélices dextres. A la périphérie du bois primaire, on constate onze pointements trachéens, plus ou moins saillants, séparés par onze bandes trachéennes tangentielles. Ces dernières naissent à la droite des pointements et deviennent, en s'élèvant, les points initiaux de nouvelles séries foliaires, qui semblent reculer, peu à peu, vers la gauche. Chaque hélice comprend cinq à six traces foliaires : en général, outre le faisceau 1 situé à la périphérie du bois primaire, il y a deux traces dans le liber, deux dans l'écorce interne dont une près de la gaîne (quelquefois même à son niveau), enfin, une dans l'écorce moyenne ou dans le coussinet. L'étude des divers cordons foliaires de cette section, en les examinant successivement d'après leur distance à l'axe du rameau, nous a montré que la trace foliaire présente, dans son ensemble, la structure que nous lui avons assignée, en traitant spécialement ce sujet.

Digitized by Google

Échantillon n° III

Nous devons à l'extrême obligeance de M. B. Renault la communication d'un spécimen de *Lepidodendron selaginoïdes,* qui provient d'Halifax et qui est des plus intéressants pour la connaissance de ce type. Cette section avait été adressée par M. W. Cash au savant paléo-botaniste du Muséum, sous le nom de *Lepidodendron vasculare* (1).

L'échantillon n° III ne possède sa surface que sur les trois-cinquièmes environ de la circonférence (pl. I, fig. 3) ; une cassure, qui a entamé la région profonde de la couche subéreuse *Lg,* affecte les deux autres cinquièmes. La section de ce rameau, de forme elliptique, mesure 19 millimètres suivant le grand axe et 15 suivant le petit. Les divers tissus n'ont pas été déplacés ; le massif libéro-ligneux est central et le centre de figure *C* du rameau coïncide avec le centre de figure γ de son système libéro-ligneux. Le bois primaire *B1,* l'écorce moyenne *Ecm,* le liège *Lg* et la région des coussinets *Ece,* sont seuls bien conservés. Le liber *L* et la zône moyenne de l'écorce interne *Ecizm* sont détruits. A la place de ces tissus, on voit de nombreuses zooglées, qui les ont en quelque sorte dissouts. La zône profonde de l'écorce interne *Ecizr* forme une zône charbonneuse très mal conservée, autour et à quelque distance du cylindre ligneux.

Le bois primaire *B1* (pl. II, fig. 3) de ce rameau mesure 2^{mm} sur $2^{mm},1$. Cet axe est donc plus grêle que celui de l'échantillon n° I. Dès lors, nous croyons pouvoir conclure que le rameau, d'où provient cette section, était de plus petit calibre. Ce spécimen était aussi moins âgé, le liège étant moins développé et les productions ligneuses secondaires n'existant pour ainsi dire pas.

(1) Les paléontologistes anglais regardent comme une seule et même espèce *Lepidodendron vasculare* et *Lep. selaginoïdes,* la première n'étant que la forme jeune du second.

Digitized by Google

La destruction du liber *L* s'est faite sur place, sans tiraillements, par une sorte de dissolution lente, sans gonflement. Les traces foliaires n'ont pas été déplacées. Les zooglées sont accumulées en trois points principaux : sur une bande convexe vers le centre, entre les séries III et IV ; en un amas qui va de la spire V à la spire VII ; enfin en un amas près du trajet de la spire VI. Les zooglées ont vécu là, après la dissolution partielle du tissu libérien.

Bois primaire (pl. II, fig. 3). — La région axiale du bois primaire est moins étendue que dans l'échantillon n° I. Elle présente encore un mélange de fibres primitives *fp*, de cellules réticulées *cr* très inégales et de gros vaisseaux *V*. Ceux-ci sont plus nombreux. Les réticules secondaires, développées dans les mailles du premier réseau des cellules ligneuses, sont très nettes.

La couronne vasculaire, plus épaisse, compte dans toutes ses régions de quatre à cinq grands éléments *V*, allongés radialement.

La zône des pointements est admirablement conservée. Les différents états de la trace foliaire (bandes et pointements trachéens *tr*, masses ligneuses détachées *S)* s'observent d'autant plus facilement qu'ils ont, en quelque sorte, été disséqués, tous les tissus mous qui limitaient le bois primaire étant détruits.

Bois secondaire. — Les tissus ligneux secondaires sont réduits à quelques trachéïdes *B2* (pl. II, fig. 3), occupant un arc de 18°, à la face antérieure du rameau, dans la région où les spires foliaires sont un peu plus rapprochées et où les appendices devaient être un peu plus nombreux. On voit une file de deux éléments grêles à la gauche du pointement 1 de la série VII ; deux files de deux éléments, beaucoup plus gros, et probablement l'amorce de deux autres files, qui sont réduites encore à leur premier élément, à la droite de cette même trace ; enfin, trois files d'un seul élément, entre les deux bandes trachéennes comprises entre les faisceaux 1 des séries VII et VIII. Ces productions ligneuses secondaires sont donc tout-à-fait à leur début. Nous ne nous appuyons toutefois pas sur l'absence et la présence, en quantité plus ou moins grande, du bois secondaire pour juger de l'âge d'un rameau. Nous voyons, en effet, dans certaines dychotomies, une branche dépourvue de bois secondaire et l'autre en

Digitized by Google

présentant, alors que ces branches, de même âge, ont à peu près le même calibre.

Liber. — Le liber est complètement détruit.

Écorce interne. — Aux points où l'on peut les observer, la gaîne casparyenne *G* et la zône profonde de l'écorce interne *Ecizr* ont la même structure que dans l'échantillon n° I. Les zônes moyenne et externe de l'écorce interne sont, en grande partie, détruites. On en voit quelques restes, envahis par des zooglées du *Bacillus carbonnarius* et transformés en parties charbonneuses.

Écorce moyenne. — L'écorce moyenne *Ecm* (pl. I, fig. 3) a la même structure que celle de l'échantillon n° I. Sa zône interne forme un anneau très sombre dont les éléments sont remplis, eux aussi, de zooglées. Sa zône moyenne est épaisse d'une trentaine de rangées de cellules.

Liège. — Le liège *Lg* peut se subdiviser en deux régions : la région profonde comprend une quinzaine de rangées de cellules dont l'épaisseur diminue en se rapprochant de la surface ; la région externe se compose de dix à douze rangs d'éléments aplatis. A la limite de ces deux régions, les cellules subéreuses sont plus petites, comprimées, à parois radiales, plissées, voire même rompues. Il y a, en ce point, une zône de moindre résistance, suivant laquelle pouvait se produire l'exfoliation du vivant de la plante. Dans le fossile, il existe même, en un point, une déchirure qui sépare ces deux zônes du liège.

Région des Coussinets. — La région des coussinets *Ece* présente la même structure que dans l'échantillon n° I. Un des coussinets (pl. I, fig. 3) a été coupé à la hauteur de la chambre ligulaire, au milieu de laquelle se voit la section de la ligule. La section horizontale d'un autre de ces organes passe par l'ouverture de cette chambre ou par le petit sillon antérieur (supérieur) de la crête qui y donne accès.

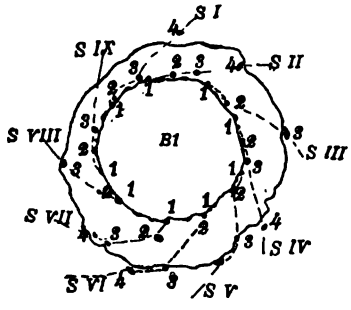
Les tissus à parois minces qui entourent toutes les traces foliaires dans leur traversée de l'écorce moyenne et du liège sont, en grande partie, détruits.

Digitized by Google

Ce rameau présente une blessure importante *Ro* qui atteignait l'écorce interne. Dans cette région, le liège s'étend dans toute l'épaisseur de l'écorce moyenne.

Distribution des traces foliaires. — Une étude détaillée montre que les pointements trachéens sont séparés les uns des autres par une bande trachéenne (1). Nous avons relevé neuf hélices dextres (fig. 53) au lieu de onze, comme dans les échantillons précédents. Ce fait est en rapport avec le moindre calibre du rameau. Chaque hélice comprend le même nombre de termes; seulement ici, quelques-uns de ces termes ont été très légèrement déplacés à la suite de la destruction du liber. La disposition des faisceaux et des traces foliaires est donc la même dans ce spécimen de soi-disant *Lepidodendron vasculare*, que dans les précédents échantillons de *Lepidodendron selaginoïdes*. Ce spécimen présente le début des productions ligneuses secondaires. Il nous paraît, de plus, être un rameau grêle, relativement âgé, puisqu'il est plus décortiqué que d'autres échantillons qui ont un diamètre plus grand.

Fig. 53. — Distribution des traces foliaires de l'échantillon III à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{10}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.

2, 3, 4, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, S II, ...S IX, hélices foliaires, *I, II, ...IX*.

(1) Exceptionnellement, il y a deux bandes trachéennes très petites et très voisines l'une de l'autre, entre deux pointements trachéens consécutifs.

Digitized by Google

Échantillon n° IV

Cet échantillon a été recueilli en novembre 1888 à Bradshaw, petit hameau près Halifax ; il provient du célèbre Hard-bed. Ce spécimen (pl. III, fig. 1 et 2), qui mesure 18^{mm} sur 11^{mm}, a subi des pressions, qui l'ont déformé et aplati parallèlement au grand diamètre. Suivant le petit diamètre, l'écorce moyenne touche le bois primaire. Suivant le grand diamètre, la masse libéro-ligneuse est séparée de l'écorce moyenne, d'un côté, par un espace de deux millimètres et, de l'autre, par un intervalle de six millimètres ; elle a donc été fortement déplacée. Malgré ces accidents de fossilisation, l'étude de ce spécimen est très intéressante et très instructive. En effet, le bois primaire existe seul ; c'est donc un rameau de la forme *Lepidodendron vasculare*. Ce rameau est de plus gros calibre que l'échantillon n° III, mais semble être de même calibre que les spécimens I et II. Le bois primaire mesure 2^{mm}, 2 sur 1^{mm}, 7.

Le nombre des hélices foliaires est de onze. Il s'agit donc d'un rameau assez fort. Enfin le liège est tout-à-fait à son début, ce qui nous indique un rameau très jeune.

Dans ce spécimen, le bois primaire, l'écorce moyenne, le liège, la zône des coussinets sont seuls bien conservés. Les coussinets, encore engagés dans la roche, n'existent que sur la moitié de la surface.

Bois primaire (pl. III, fig. 2). — Dans la région axiale du bois primaire, les fibres primitives *fp* sont plus nombreuses et les cellules réticulées *cr* moins abondantes que dans l'échantillon n° I. Le réticulum secondaire n'est pas bien visible dans les mailles du premier réseau. Les vaisseaux *V*, très gros à la périphérie de cette région, n'existent pas dans l'axe du rameau. Dans cette région centrale, nous ne voyons pas cette multiplicité, ni cette inégalité de cellules, faits que nous avons signalés, par exemple, dans l'échantillon n° III.

Digitized by Google

La couronne vasculaire, de forme elliptique, se compose de quatre à cinq rangs de vaisseaux *V*, gros à l'intérieur, plus petits à la périphérie, allongés pour la plupart radialement. Quand les éléments sont moins gros, on peut en compter jusqu'à huit suivant une direction radiale. Il existe, peut-être, une légère inégalité sur les faces de l'anneau primaire. Dans ce spécimen, le gros calibre des éléments ligneux intérieurs, la grande épaisseur de la couronne vasculaire, ainsi que l'allongement radial de ses vaisseaux, constituent des caractères un peu spéciaux qui, à la rigueur, pourraient le faire regarder comme une variété.

Les bandes et les pointements trachéens *tr* alternent à peu près régulièrement. L'émission des traces foliaires se fait comme dans l'échantillon n° III. Les traces foliaires sont distribuées suivant onze hélices. En certains points de la périphérie du bois primaire, les pointements trachéens *tr* sont en contact avec un ou deux rangs de fibres primitives *fp ;* dans d'autres, au contraire (à l'une des extrémités du grand diamètre), les fibres primitives ne sont pas conservées et les pointements trachéens sont limités par le calcaire de remplissage, qui s'étend entre le bois primaire et l'écorce moyenne.

Liber.— La partie la plus interne du liber *L* est seule conservée. Elle consiste en un anneau contigu au bois primaire. Cet anneau, d'épaisseur variable (trois à cinq rangées suivant les points), est formé d'éléments à parois minces, à section polygonale, allongée tangentiellement. Dans certaines de ces cellules, on voit s'établir de nouvelles cloisons tangentielles. La zône cambiale s'établit donc dans cet échantillon ; elle n'existe pas sur toute la circonférence, mais par points isolés, qui se seraient rejoints avec le temps.

Dans cet anneau libérien, on trouve, contre le bois primaire, quelques traces foliaires. Ces massifs ligneux, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la forme de leurs sections, se rapportent à des traces situées encore dans le liber (niveaux 8, 9, 10, voir pp. 70-72). Les autres traces foliaires, situées à la partie externe du liber et dans l'écorce interne, ont complètement disparu avec ces tissus. Dans l'intérieur de ce rameau, ont pénétré des organes stigmarioïdes, qui cheminent au milieu du calcaire de remplissage.

Digitized by Google

Écorce moyenne. — La partie la plus interne de l'écorce moyenne se compose de cinq à six rangs d'éléments, disposés en séries concentriques, à section transversale polygonale, à parois plus minces que dans le spécimen n° I. Beaucoup de ces éléments sont remplis de corps probablement parasitaires ; ils sont souvent disposés en réseau, dont les mailles sont occupées par des cellules non attaquées, isolées ou réunies, et groupées alors par deux ou par trois éléments.

La zône moyenne de l'écorce moyenne est épaisse de vingt-sept à vingt-huit rangs d'éléments, dont le diamètre est fort variable. Grandes dans la portion intérieure de ce tissu, ces cellules deviennent plus petites et irrégulières vers l'extérieur. L'épaisseur de leurs parois est moins grande que dans l'échantillon n° I, ce qui est en rapport avec l'âge de ce spécimen.

Les éléments corticaux, qui bordent le tissu parichnique, sont allongés radialement.

Liège. — La zône subéreuse, tout-à-fait à son début, comprend quatre ou cinq rangées d'éléments quadrangulaires, disposés en séries radiales et ayant tous le même diamètre. Ce liège se montre près de la surface (à quatre rangs de celle-ci) et apparaît d'abord (pl. VII, fig. 5) entre les fentes radiales, à travers lesquelles cheminent les traces foliaires ; puis il gagne de proche en proche pour former une couronne continue.

Région des Coussinets. — La région des coussinets a la même structure que dans l'échantillon n° I, à celà près que la zône de contact, d'origine subéreuse, qui relie le coussinet au liège des rameaux plus développés, n'existe pas encore dans cet échantillon.

Parmi les coussinets que cette section a rencontrés, deux sont intéressants : la section du premier atteint le bois de la trace foliaire dans son trajet horizontal. La section du second, plus élevée que la précédente, montre la chambre ligulaire près de son ouverture. Entre l'épiderme de la chambre et celui du coussinet, il n'existe que deux rangs de parenchyme fondamental ; à ce niveau, la ligule n'existe plus et l'on n'en trouve pas de traces dans la chambre ligulaire, dont la section est très étroite, allongée perpendiculairement à la surface du rameau. On voit donc que la crête supérieure devait porter un petit sillon, près de la chambre ligulaire.

Digitized by Google

Distribution des traces foliaires. — L'étude des traces foliaires est relativement incomplète, par suite de leur mauvais état de conservation dans cet échantillon. Elle est limitée aux pointements trachéens et aux quelques massifs ligneux situés dans la région interne du liber. Il y a onze hélices dextres dont deux termes seulement sont parfaitement reconnaissables : le premier consiste dans un pointement trachéen ; le second dans une trace détachée du cylindre ligneux primaire et réduite encore à sa portion ligneuse.

Digitized by Google

Échantillon n° V

Cet échantillon, plus âgé que le précédent, provient, comme lui, du hameau de Bradshaw. Il ne présente la zône des coussinets que sur une portion de la surface. Les tissus superficiels (liège, écorce moyenne) sont bien conservés. L'écorce interne et le liber sont presque complètement détruits ; on n'en voit de traces qu'au voisinage de la gaine casparyenne et de la zône profonde de l'écorce interne, où l'on constate un cercle charbonneux de tissus presque totalement désorganisés (1). Le bois primaire (pl. II, fig. 4) et le croissant du bois secondaire, qui l'entoure à moitié, sont les seuls tissus internes bien conservés. La masse libéro-ligneuse a été fortement déplacée.

Bois primaire (pl. II, fig. 4). — La région centrale, assez large, paraît excentrique par rapport à la totalité du bois primaire ; cette apparence est due à ce que la couronne vasculaire *V*, continue, est épaisse de six à huit rangs d'un côté et réduite à un ou deux rangs sur la face opposée. Cette disposition nous indique la proximité d'une dichotomie inégale, la branche faible devant se produire du côté où la couronne vasculaire est la plus réduite. Dans cette région centrale, les fibres primitives *fp* ont des parois excessivement minces ; elles sont en moins grand nombre que dans l'échantillon n° I. Les cellules réticulées, assez nombreuses, inégales, rapprochées, parfois contiguës, laissent bien voir le réticulum secondaire dans les mailles du premier réseau. Les gros vaisseaux *V*, assez nombreux, arrivent jusqu'au centre.

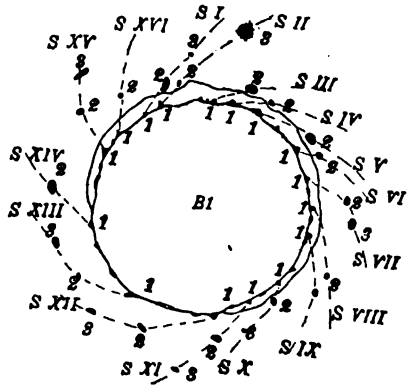
La couronne vasculaire est inégalement développée ; son épaisseur

(1) Cet échantillon nous semble mériter une étude ultérieure pour les parasites qui se voient sur les trajets des spires I et II.

Digitized by Google

varie dans les limites que nous venons d'indiquer. Ce dispositif, ainsi que la situation excentrique de la région centrale du bois primaire, nous prouvent le voisinage d'une dichotomie très inégale ; la partie de la couronne vasculaire, qui prendra part à la formation de la petite branche, n'intéresse que deux rangs de vaisseaux. A la périphérie du bois primaire, on trouve, généralement, deux bandes de trachées (fig. 54) entre deux pointements trachéens consécutifs. Les différents niveaux (I-VII) de la trace foliaire, encore attenante au bois primaire, peuvent s'observer facilement dans ce spécimen.

Fig. 54. — Distribution des traces foliaires de l'échantillon V, à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{10}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.

2, 3, 4, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, S II, ...S XVI, hélices foliaires, *I, II, ...XVI*.

Bois secondaire. — Le croissant ligneux secondaire forme un arc de 280°. Dans sa région, la plus épaisse, on compte quatre rangs de trachéïdes *B2*. Les fibres primitives, dans la région où le bois primaire n'est pas recouvert par le bois secondaire, et les éléments des rayons ligneux secondaires *r* sont ici détruits. Les cellules à parois lignifiées, seules, sont conservées. Aussi, peut-on facilement constater, dans ce spécimen que, souvent, les trachéïdes sont en contact avec le bois primaire, faits que nous avons énoncés en donnant la description de l'échantillon n° I.

Liber et écorce interne. — Le liber est complètement détruit ; les massifs ligneux des traces foliaires *S*, qui le traversent, sont seuls conservés, ils n'ont pas été sensiblement déplacés. La gaîne caspa-ryenne et l'assise profonde de l'écorce interne *Ecisr* forment une bande charbonneuse, au milieu de laquelle on reconnaît quelquefois des

Digitized by Google

vestiges d'organisation. Les masses ligneuses des traces foliaires, qui traversent cette région, sont conservées. La partie moyenne, de l'écorce interne, a totalement disparu.

Écorce moyenne et Liége. — L'écorce moyenne et le liège ont la même structure que dans l'échantillon n° I. La zône moyenne de l'écorce moyenne comprend une trentaine de rangées de cellules. Le liège est épais de vingt à vingt-cinq rangs d'éléments.

Région des Coussinets. — La région des coussinets et les coussinets eux-mêmes, rencontrés par cette section, ne présentent rien de spécial.

Distribution des hélices foliaires. — Ce rameau était plus large que l'échantillon n° I ; le nombre d'hélices foliaires y est plus grand. Nous avons, en effet, constaté seize hélices dextres, composées de quatre termes entre le bois primaire et la zône moyenne de l'écorce interne. Au-delà de ce tissu, les déplacements rendent impossible la recherche des hélices.

Digitized by Google

Échantillon n° VI

Cet échantillon n° VI provient encore du gisement de Bradshaw. C'est un rameau d'un calibre énorme, encore engagé obliquement dans l'écorce de la branche qui continuait le sympode.

Autour du bois primaire (pl. II, fig. 5) existe un arc de trachéïdes secondaires *B2* sur une étendue de 220°. Le reste de la circonférence est occupé par un arc de parenchyme secondaire *p2*, faisant suite à l'arc de bois secondaire. Le liber et l'écorce interne sont assez bien conservés. Le bois primaire présente encore l'indication du voisinage de la dichotomie, près du point où le bois secondaire est le plus épais. Cette indépendance du bois secondaire, par rapport au bois primaire, nous semble très remarquable. Nous le faisons simplement remarquer, nous réservant de revenir sur ce sujet, quand nous traiterons, dans un travail ultérieur, de l'origine du bois secondaire chez *Lepidodendron selaginoïdes*. L'indication de la dichotomie se traduit, dans ce spécimen, par une bande de nombreuses fibres primitives *fp*, s'étendant depuis la région axiale jusqu'au bois secondaire *B2*. Dans cette bande, les cellules réticulées sont très rares ; les vaisseaux font tout-à-fait défaut.

Bois primaire. — Dans la région axiale, la rareté des cellules réticulées et l'abondance des fibres primitives *fp* caractérisent ce spécimen.

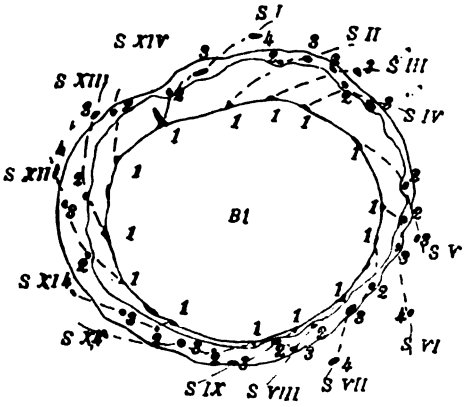
La couronne vasculaire est ouverte à la hauteur de la bande de fibres primitives *fp*, qui se rendent du centre à la périphérie et qui indiquent le voisinage de la dichotomie que nous avons signalée. Ailleurs elle est également épaisse dans toutes ses parties et comprend environ sept rangées de vaisseaux *V*.

Les bandes et pointements trachéens (fig. 55) alternent presque régulièrement, en dehors du point où s'est produite la dichotomie. Dans

Digitized by Google

cette région, on retrouve très difficilement les bandes trachéennes et les pointements initiaux des séries II et III ; la réparation du système n'était pas complètement terminée à ce niveau.

Fig. 55. — Distribution des traces foliaires de l'échantillon VI à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{10}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.

2, 3, 4, 5, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, S II, ...S XIV, hélices foliaires, *I, II, ...XIV*.

Bois secondaire. — L'arc ligneux secondaire *B2*, plus développé que dans le spécimen précédent, comprend, en son point le plus épais, quatorze ou quinze rangs de trachéïdes *B2* de petit calibre. Il présente la même structure que dans l'échantillon n° I. Les éléments parenchymateux des rayons *r* sont détruits pour la plupart.

Parenchyme secondaire. — L'arc ligneux secondaire se continue latéralement par un arc de parenchyme secondaire *p2*, qui sépare aussi le bois primaire du liber. Cet arc parenchymateux se compose de quatre rangs de petites cellules, à section polygonale, à parois minces, un peu allongées radialement. Certains de ces éléments se sont hypertrophiés, en écrasant légèrement les cellules voisines. C'est une formation comparable à celle que nous avons signalée dans l'échantillon n° II, entre les deux régions où le bois secondaire est nettement caractérisé par des trachéïdes.

Zône cambiale. — La zône cambiale est conservée tout autour de l'arc ligneux secondaire ; elle se continue par le cambiforme qui a donné naissance à l'arc de parenchyme secondaire. Elle est formée de petits éléments élargis dans le sens tangentiel. Ces éléments sont en continuation directe avec les files d'éléments parenchymateux secon-

Digitized by Google

daires *p2*. En face de l'arc ligneux secondaire, au contraire, les cellules de cette zône génératrice sont plus petites que les fibres ligneuses.

Dans ce spécimen, une zône génératrice s'est développée tout autour du bois primaire ; elle a fourni du bois secondaire sur un arc de 220°, tandis que sur le reste de la circonférence (140°), elle a produit un parenchyme secondaire. A la limite de ces deux arcs, bois et parenchyme secondaires sont reliés, l'un à l'autre, par des éléments de rayon. Nous assistons là au développement de la zône cambiale, au sein d'un cambiforme, qui l'a précédé et qui se réduit de plus en plus à mesure que le cambium s'étend.

Liber. — Le liber *L* est encore réduit à sa partie parenchymateuse ; parfois, il vient s'aplatir contre le bois secondaire, ce qui indique des accidents de fossilisation.

Écorce interne. — La gaîne casparyenne *G* et la zône profonde de l'écorce interne *Ecizr* ne présentent aucune particularité à signaler.

Distribution des traces foliaires. — Les pointements trachéens *tr* et les traces foliaires *S* de ce rameau sont distribués suivant quatorze hélices dextres. Ce nombre est en rapport avec le grand diamètre du bois primaire. Nous avons donc affaire à un gros rameau. Le nombre des traces foliaires d'une même hélice est toujours le même que dans l'échantillon n° I. Signalons toutefois le faible développement des faisceaux 1 des séries II et III, situés en un point où la dichotomie se fait encore sentir.

Les rameaux du *Lepidodendron selaginoïdes,* que nous venons de passer en revue, présentaient du bois secondaire réduit à un croissant plus ou moins étendu. Dans ces spécimens, le nombre des séries foliaires varie et est en rapport direct avec le diamètre du bois primaire.

Digitized by Google

Échantillon n° VII

Nous désignons, sous le nom d'échantillon n° VII, un second spécimen de *Lepidodendron selaginoïdes,* que le savant paléo-botaniste du Muséum, M. Renault, a bien voulu nous communiquer. De même que l'échantillon n° III, ce spécimen, qui provient d'Halifax, lui a été adressé par M. Cash, sous la dénomination de *Sigillaria vascularis*. Cette coupe provient d'un rameau déjà âgé, mais demeuré grêle, elle ne montre qu'une portion des tissus extérieurs ; encore, ceux-ci n'atteignent-ils pas la surface du rameau. Les tissus intérieurs à la zône rayonnée de l'écorce interne sont assez bien conservés. Autour du bois primaire (pl. II, fig. 6), il existe une couronne ligneuse secondaire continue, à peu près également épaisse dans toutes ses régions. La masse libéro-ligneuse a été déplacée.

Bois primaire (pl. II, fig. 6). — La région axiale est plus large que dans l'échantillon n° I. Les fibres primitives *fp* sont assez abondantes ; les cellules réticulées sont moins nombreuses. Les vaisseaux *V,* en grand nombre, très larges, rarement isolés, sont, le plus souvent, réunis en groupes de trois à cinq éléments. Le réticulum secondaire est très net dans les mailles du premier réseau.

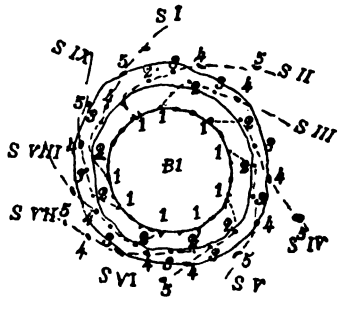
La couronne vasculaire présente, sur tout son pourtour, une épaisseur de trois à quatre rangées de vaisseaux *V*. Elle est reliée à la région axiale par une zône où les fibres primitives *fp* sont peu nombreuses, sans cellules réticulées, et où les groupes de gros vaisseaux comprennent un plus grand nombre d'éléments.

La zône des bandes et des pointements trachéens *tr* est fort nette. Nous avons constaté neuf pôles saillants (fig. 56), points initiaux des neuf hélices foliaires. Ces pôles sont, le plus souvent, séparés par deux

Digitized by Google

bandes trachéennes. Celle de droite, plus saillante que celle de gauche, représente le début d'un pointement.

Fig. 56. — Distribution des pointements trachéens de l'échantillon VII, à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{5}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.
2, 3, 4, 5, traces foliaires détachées du bois primaire.
S I, S II, ...S IX, hélices foliaires, *I, II, ...IX*.

Bois secondaire. — Le bois secondaire forme une couronne continue également épaisse dans toutes ses régions. Elle comprend de dix à quatorze rangs de trachéïdes *B2* par file radiale. Elle est coupée par de nombreux rayons *r* uni ou pluricellulaires. La structure de ce bois secondaire est la même que dans l'échantillon n° I. Ses rapports avec le bois primaire et avec la zône cambiale sont ceux que nous avons déjà indiqués.

Zône cambiale. — La zône cambiale *Zc*, épaisse de deux à trois rangs de cellules, est formée, comme dans l'échantillon n° I, d'éléments plus petits que les trachéïdes.

Liber.— La région interne du liber *L*, les trabécules parenchymateux et la zône péricambiale sont seuls conservés. Le tissu grillagé a disparu. Au dos des massifs ligneux des traces foliaires *S*, parvenues dans la région extérieure du liber, on constate la présence de quelques laticifères, caractérisés par leur contenu opaque.

Écorce interne. — La gaîne casparyenne *G* et l'assise profonde rayonnée de l'écorce interne *Ecizr* sont bien conservées. Les zônes moyenne et externe de l'écorce interne ont disparu, sauf au voisinage des traces foliaires et contre l'écorce moyenne. Ces différentes zônes de l'écorce interne présentent la même structure que dans l'échantillon n° I.

Écorce moyenne, Liége. — Les zônes interne et moyenne de l'écorce

Digitized by Google

moyenne ont toujours les mêmes caractères. Leurs parois cellulaires sont épaisses. La zône moyenne est formée d'une trentaine de rangées de cellules. La zône cambiforme est nettement indiquée par des éléments allongés radialement.

Le liège est très développé. Cette coupe ne montre pas la région extérieure des tissus subéreux ; néanmoins, cette assise comprend plus de soixante-dix rangées d'éléments. En général, les cloisons des cellules subéreuses sont épaisses. Dans ce tissu, on trouve un certain nombre de bandes tangentielles d'éléments moins allongés radialement, dont les parois sont plus minces. Ces bandes constituent autant de zônes de moindre résistance, suivant lesquelles pouvaient se produire des écrasements partiels. La disposition du liège en coins, entre les diverses traces foliaires, est très accusée dans ce spécimen.

Le parichnos, qui remplit les fentes radiales, est très net dans certaines régions. Il consiste en cellules à section polygonale, à parois minces, lisses, deux fois plus longues radialement que tangentiellement. On constate, entre ces cellules, la présence de petits méats triangulaires ou quadrangulaires. Les éléments, qui bordent la fente, sont moins larges que ceux du milieu et forment une sorte de gaîne entre le liège et le parichnos.

Distribution des traces foliaires. — Les traces foliaires présentent, dans cet échantillon, la même disposition que dans les spécimens précédents. Nous avons constaté neuf hélices dextres composées, chacune, de cinq traces entre le bois primaire et la zône moyenne de l'écorce interne. De ces cinq traces, la première constitue le pointement initial. Les trois suivantes sont situées dans le liber (une près de la zône cambiale, une dans la région moyenne et une dans la région externe, près de la gaîne). La cinquième trace se trouve dans la zône profonde rayonnée de l'écorce interne. La structure générale des pointements trachéens et des traces foliaires est la même que dans l'échantillon n° I. Toutefois, le nombre des éléments ligneux, composant chaque trace parvenue dans la région moyenne du liber, est plus nombreux dans ce spécimen.

Digitized by Google

Échantillon n° VIII

C'est à l'extrême libéralité du savant naturaliste d'Halifax, M. W. Cash, que nous devons encore cet échantillon, que nous désignons sous la dénomination de : Échantillon n° VIII. Le rameau, qui a fourni cette section, était circulaire et mesurait 14^{mm} de diamètre. Il est un peu plus gros, mais moins âgé que le spécimen n° VII. La zône des coussinets n'est conservée que sur les deux-cinquièmes de la périphérie. La masse libéro-ligneuse a été déplacée et rejetée près de l'écorce moyenne, dont elle n'est plus séparée que par l'assise profonde rayonnée de l'écorce interne. Le bois primaire est entouré par une couronne complète de bois secondaire (pl. I, fig. 4) qui est plus épaisse d'un côté. La région péricambiale du liber est conservée en quelques points. La zône profonde rayonnée de l'écorce interne ne forme pas ici un anneau complet autour de la masse libéro-ligneuse ; elle a été rompue en plusieurs points ; on la retrouve, d'une part, entre l'écorce moyenne et le bois secondaire, dans la région où le système libéro-ligneux est voisin de l'écorce moyenne ; d'autre part, on la voit au milieu de la masse calcaire de remplissage qui remplace la zône moyenne de l'écorce interne, où elle constitue des lambeaux épars.

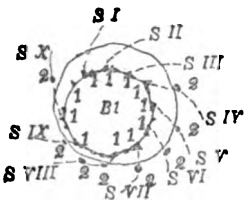
Bois primaire (pl. I, fig. 4). — La région axiale du bois primaire est légèrement excentrique et plus rapprochée du point où le bois secondaire est le moins épais. Les fibres primitives *fp* sont beaucoup moins nombreuses que dans l'échantillon n° I. Les cellules réticulées montrent parfaitement leur réticulum secondaire. Les gros vaisseaux *V* sont nombreux.

Digitized by Google

La couronne vasculaire, inégalement développée, comprend, du côté où le bois secondaire est le moins épais, deux à trois rangs d'éléments, dont le plus intérieur, seul, est allongé radialement. Du côté opposé, elle est épaisse de cinq à six grands vaisseaux *V*. Cette inégalité d'épaisseur de la couronne vasculaire et l'excentricité de la région axiale, qui en est la conséquence, indiquent la proximité d'une dichotomie très inégale. Ce sont des faits tout-à-fait comparables à ceux que nous avons signalés à propos de l'échantillon V.

A la périphérie du bois primaire, nous constatons une alternance régulière de bandes et de pointements trachéens *tr*, dont trois sont coupés près du niveau où ils vont se détacher du système central (fig. 57, faisceaux *1* des séries *S I, S IV, S VIII)*. Ces pointements sont séparés, les uns des autres, par une bande trachéenne, parfois contiguë à la droite du pointement.

Fig. 57. — Distribution des traces foliaires de l'échantillon VIII à la périphérie du bois primaire et dans le liber.



Grossissement $\frac{10}{1}$.

1, pointements ligneux à la périphérie du bois primaire.

2, *3*, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, S II, ...S X, hélices foliaires, *I, II, ...X*.

Bois secondaire. — Le bois secondaire *B2* forme, autour du bois primaire, une couronne continue inégalement développée. Dans sa région la plus épaisse, on compte sept à huit rangs de trachéïdes, ayant même structure et même disposition que dans l'échantillon n° I. Dans sa région la moins épaisse, au contraire, le bois secondaire ne comprend que deux à trois rangs de fibres ; les files radiales de trachéïdes sont, le plus souvent, séparées par des rayons *r* et par des éléments hypertrophiés, d'origine secondaire. Cette région rappelle, par sa structure, la portion mi-ligneuse, mi-parenchymateuse de l'échantillon n° II, comprise entre les deux arcs de bois secondaire.

Zône cambiale. — La zône cambiale *zc* n'est pas bien conservée. En certains points, néanmoins, on constate que ses éléments ont la

Digitized by Google

même taille que les cellules de rayon et sont plus petits que les éléments parenchymateux hypertrophiés et que les trachéïdes. C'est un fait analogue à celui que nous avons signalé en décrivant l'échantillon n° I, et qui se retrouve presque partout, notamment dans l'échantillon n° II.

Liber. — Les arcs péricambiaux du liber, qui seuls sont conservés, se voient, en quelques points, dans la région où la masse libéro-ligneuse est voisine de l'écorce moyenne. Ce tissu est épais de deux rangées d'éléments allongés tangentiellement, à parois minces.

Les massifs ligneux des traces foliaires *S*, qui traversent le liber, se voient tantôt contre le bois secondaire (dans la région où la masse ligneuse est voisine de l'écorce moyenne) ; tantôt à quelque distance de celui-ci, près des lambeaux de l'écorce interne, épars au milieu du calcaire de remplissage.

Écorce interne. — La gaîne protectrice et la zône profonde rayonnée de l'écorce interne présentent la même structure que dans l'échantillon n° I. Les zônes moyenne et externe de l'écorce interne sont presque complètement détruites.

Écorce moyenne et Liège. — L'écorce moyenne *Ecm* et le liège n'offrent, dans cet échantillon, aucune particularité à signaler. L'assise moyenne de l'écorce moyenne comprend une trentaine de rangées de cellules. Le liège est épais de quarante-cinq rangées d'éléments dont les plus externes (une dizaine), sont aplatis, ont des parois radiales plissées et rompues et déterminent une zône de moindre résistance.

Zône des Coussinets. — La zône des coussinets a la même structure que dans l'échantillon n° I. Trois de ces organes ont été rencontrés à des niveaux intéressants : La trace foliaire pénètre horizontalement dans le premier coussinet. Les deux autres sont coupés à un niveau plus élevé et montrent la chambre ligulaire avec la section de la ligule.

Distribution des traces foliaires. — Dans ce spécimen, les traces

Digitized by Google

foliaires sont distribuées suivant dix hélices dextres. Chaque hélice comprend quatre termes entre le bois primaire et l'assise péricambiale. Le premier de ces termes est un pointement trachéen ; les deux autres consistent en masses ligneuses isolées, au milieu du liber ; l'une est voisine de la zône cambiale ; l'autre est située dans la région extérieure. La quatrième se trouve, soit dans la zône péricambiale du liber, soit dans la zône profonde rayonnée de l'écorce interne.

Digitized by Google

Échantillon n° IX

Cette coupe provient d'un échantillon trouvé par M. Spencer, dans les environs d'Halifax. Elle portait la dénomination de *Sigillaria vascularis*. Il s'agit cependant d'un *Lepidodendron selaginoïdes,* remarquable par le calibre énorme des vaisseaux internes de la couronne vasculaire (1) et, au contraire, par les dimensions relativement minimes de ses cellules réticulées. Elle provient d'un rameau plus large et plus âgé que les échantillons I et II. Ce spécimen (pl. II, fig. 7 et 8) a été comprimé au moment de sa fossilisation. Il est elliptique et mesure 17 mm suivant le grand diamètre et 12 mm suivant le petit. La zône des coussinets existe sur toute sa surface ; mais elle est séparée du liège sur un arc de 110°.

La masse libéro-ligneuse n'a pas été déplacée ; son centre de figure γ coïncide avec le centre de figure *C* du rameau. La masse libéro-ligneuse est entourée, à quelque distance, par la zône profonde rayonnée de l'écorce interne, qui a pris la forme d'un anneau aplati. Autour du bois primaire, existe une couronne ligneuse secondaire continue, inégalement développée. Le liber et les zônes moyenne et externe de l'écorce interne sont complètement détruits.

Bois primaire. — La région axiale (pl. II, fig. 7), excessivement large, est caractérisée par le très grand nombre de fibres primitives *fp* et par l'absence de gros vaisseaux. Au milieu des fibres primitives, on voit des cellules ligneuses réticulées *cr,* très petites, qui montrent parfaitement leur réticulum secondaire (pl. II, fig. 8).

La couronne vasculaire *V* présente la même épaisseur (3-4 éléments) dans toutes ses parties, sauf en un point où les fibres primitives *fp*

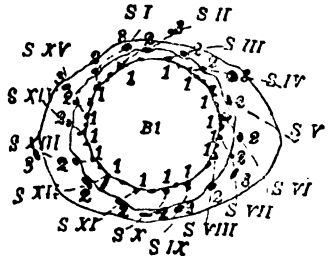
(1) Le grand calibre des vaisseaux internes de la couronne vasculaire de ce spécimen fait penser à certains exemplaires de *Lepidodendron mundum*.

Digitized by Google

ne sont plus séparées de la surface que par deux cellules relativement petites. Tous les éléments de la couronne vasculaire, et surtout les plus internes, sont remarquablement volumineux et allongés dans le sens radial.

Les bandes et les pointements trachéens *tr,* très nets dans ce spécimen, alternent très régulièrement. Parmi les pointements, quatre (fig. 58) sont sur le point de se détacher du bois primaire et forment une saillie prononcée dans le bois secondaire. Il y a quinze pointements initiaux de séries foliaires, séparés par quinze bandes trachéennes, dont quelques-unes tiennent encore à la droite des pointements.

Fig. 58. — Distribution des pointements trachéens et des traces foliaires de l'échantillon IX à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce moyenne.



Grossissement $\frac{10}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.

2, 3, 4, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, S II, ...S XV, hélices foliaires, *I, II, ...XV.*

Bois secondaire. — La couronne ligneuse secondaire *B2* (pl. II, fig. 7) a son minimum d'épaisseur (deux rangs de trachéïdes), en face du faisceau 1 de la série III. Du côté opposé, près du faisceau 1 de la série X, elle présente son maximum d'épaisseur, avec huit à dix rangs de trachéïdes. On ne voit pas, comme dans l'échantillon précédent, de gros éléments parenchymateux secondaires, hypertrophiés, entre les fibres et les rayons ligneux.

Liber. — Le liber est complètement détruit. Les masses ligneuses des traces foliaires *S,* qui le traversent, ont seules résisté.

Écorce interne. — L'anneau elliptique, formé par la zône profonde rayonnée de l'écorce interne *Ecizr,* se compose de cinq à six rangées de cellules, à section polygonale, dont les plus intérieures ne présentent que très imparfaitement la disposition en séries concentriques. Il en résulte que les assises les plus internes de ce tissu et la

Digitized by Google

gaîne ne sont pas conservées dans ce spécimen. Les zônes moyenne et externe de l'écorce interne sont détruites.

Écorce moyenne et Liège. — Ces tissus ont la même structure que dans l'échantillon n° I. La zône moyenne de l'écorce moyenne est épaisse de vingt-cinq à ving-huit rangs d'éléments. Le liège comprend de quarante-cinq à cinquante rangées de cellules, dont les plus extérieures sont toujours plus aplaties, à parois radiales plissées ou rompues. Les éléments subéreux sont plus petits dans ce spécimen que dans l'échantillon n° I.

Zône des coussinets. — La zône des coussinets présente la même structure. Trois de ces organes sont rencontrés au niveau où la trace foliaire y pénètre horizontalement. Un autre coussinet est coupé un peu au-dessus de l'orifice de la chambre ligulaire et montre, encore en son milieu, un sinus qui n'est autre que le bord intérieur de la chambre ligulaire.

Distribution des traces foliaires. — Les traces foliaires sont distribuées, dans ce spécimen, suivant quinze hélices dextres, comprenant chacune trois ou quatre termes entre le bois et la zône profonde de l'écorce interne. Le premier terme est un pointement plus ou moins saillant, les trois autres sont des massifs ligneux situés dans le liber, le second, contre la zône cambiale, le troisième dans la région moyenne du liber, le quatrième contre la gaîne casparyenne ou même dans la zône profonde rayonnée de l'écorce interne.

Digitized by Google

Échantillon n° X

Cet échantillon, récolté par nous en 1888, à la mine de Bradshaw, est un rameau à la fois plus âgé et de plus fort calibre que les spécimens précédents. Nous n'y avons pas observé la zône des coussinets qui, probablement, était détachée. Ce spécimen (pl. II, fig. 9) a été comprimé et son système libéro-ligneux a été déplacé. Autour du bois primaire, il existe une épaisse couronne de bois secondaire *B2*, inégalement développée. La zône profonde de l'écorce interne forme, à quelque distance du bois secondaire, un anneau elliptique dont le centre ne coïncide pas avec celui du cylindre ligneux, ce qui indique clairement qu'il y a eu, au moment de la fossilification, déplacement de la masse libéro-ligneuse.

Bois primaire (pl. II, fig. 9). — La région axiale est très large, plus étendue que dans l'échantillon n° I et que dans les spécimens précédents. Les fibres primitives *fp* sont en moins grand nombre que les cellules réticulées. Dans celles-ci, le réticulum secondaire est très net. Les vaisseaux *V* isolés, ou réunis en groupes de deux ou trois éléments, s'étendent jusqu'au centre. Il n'y a pas, entre les vaisseaux internes de la couronne vasculaire et les autres, la différence si tranchée que nous avons signalée dans l'échantillon n° IX.

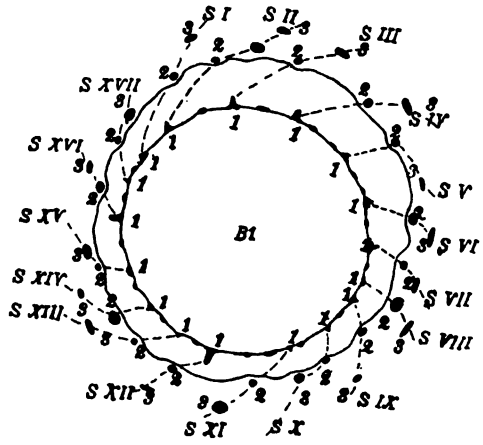
La couronne vasculaire, inégalement développée, comprend six rangs de vaisseaux *V* dans sa région où elle atteint son maximum et trois rangées dans la région où elle est la moins épaisse. Les éléments de cette couronne vasculaire sont moins allongés que dans le spécimen n° IX et dans l'échantillon n° IV. La région, où la couronne vasculaire est la moins épaisse, coïncide, à peu près, avec celle où la couronne ligneuse secondaire est aussi la plus mince.

Nous avons constaté dix-sept pointements initiaux des hélices

Digitized by Google

foliaires (fig. 59). Généralement, entre ces pointements, il n'y a qu'une seule bande trachéenne ; mais quelques-uns d'entre eux, plus éloignés l'un de l'autre, sont séparés par deux bandes trachéennes, rarement par trois. Parmi les divers pointements, huit sont très saillants et sur le point de se détacher du bois primaire.

Fig. 59. — Distribution des pointements trachéens et des traces foliaires de l'échantillon X à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{10}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.

2, 3, 4, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, S II, ...S XVII, hélices foliaires, *I, II, ...XVII*.

Bois secondaire. — Le bois secondaire *B2* présente toujours la même structure. Il ne contient pas d'éléments parenchymateux secondaires, hypertrophiés entre les fibres et les rayons. Les rayons *r* qui séparent les files de trachéïdes, ont tantôt un, tantôt trois rangs d'épaisseur. Ces larges rayons sont situés ou bien en face des pointements trachéens les plus saillants, ou bien près des traces foliaires voisines de la zône cambiale. Il peut y avoir jusqu'à dix rangées de trachéïdes contiguës, sans interposition de rayons. L'épaisseur du bois secondaire est de six rangs de trachéïdes en son point minimum et de seize à dix-huit rangs là où il atteint son maximum. Il est à remarquer que la région, où le bois secondaire est le plus épais, n'est pas diamétralement opposé à celle où il est le moins développé.

Zône cambiale et Liber. — La zône cambiale *zc* et le liber *L* le plus intérieur sont, seuls, conservés. Leur structure est la même que dans l'échantillon n° I. Les masses ligneuses des traces foliaires *S* persistent seules et présentent les structures des niveaux 8 à 12 décrits précédemment.

Digitized by Google

Écorce interne. — La gaîne n'est pas reconnaissable. La zône profonde de l'écorce interne forme un anneau elliptique, épais de sept à huit rangées de cellules, dont les plus intérieures ne sont pas disposées en assises concentriques. Les zônes moyenne et externe de l'écorce interne sont détruites.

Écorce moyenne et liège. — La zône moyenne de l'écorce moyenne comprend une trentaine de rangées de cellules. Le liège est excessivement épais ; sa portion extérieure manque même. Ainsi réduit, le liège comprend encore plus de quatre-vingts rangs d'éléments. Les cellules subéreuses sont beaucoup plus régulières que dans l'échantillon n° I.

Distribution des traces foliaires. — Nous avons constaté dix-sept hélices foliaires comprenant, chacune, trois ou quatre termes entre le bois primaire et l'écorce interne. La position et la structure de ces traces sont les mêmes que dans l'échantillon n° I. On voit donc que cet échantillon appartient à un rameau âgé, de fort calibre.

Digitized by Google

Échantillon n° XI

Dans cet échantillon, que M. B. Renault tenait de M. W. Cash et qu'il a bien voulu nous communiquer, la zône des coussinets n'existe pas (pl. III, fig. 3 et 4). La partie profonde du liège et l'écorce moyenne sont conservées seulement en certains points ; en d'autres, une cassure met à nu l'écorce interne. Ce dernier tissu, si délicat qu'il est presque partout détruit, est conservé ici dans presque toute son étendue ; il n'est refoulé que d'un seul côté par un organe stigmarioïde très gros. A l'opposé de cet organe et dans la région profonde de l'écorce interne, on constate des tiraillements suivis de recloisonnements tangentiels ; la roulure que nous signalons dans le bois secondaire a donc eu son contre-coup dans l'écorce interne. La masse libéro-ligneuse (pl. III, fig. 4) n'a pas été déplacée. Le liber est bien conservé ; les îlôts grillagés sont nettement différenciés de la partie parenchymateuse ; leurs éléments sont même très régulièrement alignés en files radiales et tangentielles. Le bois secondaire forme une couronne continue qui présente, à un très haut degré, le caractère de bois de roulure. Il est très analogue au bois secondaire du *Lepidodendron intermedium*. Le tissu parichnique, qui accompagne les traces foliaires dans leur traversée de l'écorce moyenne et du liège, est bien conservé.

Bois primaire (pl. III, fig. 4). — La région axiale, très large, est caractérisée par l'absence de cellules réticulées et par l'extrême abondance des vaisseaux *V* qui, même au centre, forment des groupes de cinq à six éléments. Les fibres primitives *fp* ne forment pas d'amas, plus ou moins considérables, comme dans les exemples précédents, mais uniquement de minces bandes ondulées qui séparent les différents groupes de vaisseaux.

Digitized by Google

La couronne vasculaire, également épaisse dans toutes ses parties, comprend cinq à six rangées de vaisseaux *V*, dont certains sont très grands. Tous ces éléments tendent à se disposer en séries radiales et à s'allonger dans cette direction.

Le bord externe du bois primaire a été brisé assez fortement. On ne peut déterminer ni le nombre des pointements polaires *tr*, ni le détail du contact du bois primaire et du bois secondaire. En quelques points cependant, on revoit nettement les bandes et les pointements trachéens qui alternent régulièrement.

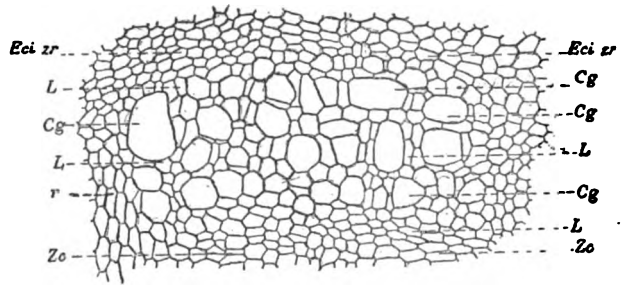
Couronne de tissu secondaire. — Contrairement à ce que nous avons observé dans les spécimens précédents, la couronne de tissu secondaire qui entoure le bois primaire, n'est pas homogène ; elle présente une structure différente suivant les régions où on l'observe : sur un quart de la circonférence, cette couronne se compose uniquement d'éléments parenchymateux *p2*, disposés en séries radiales très nettes, à parois minces, à section rectangulaire, une fois et demie à deux fois plus longs que larges. Cette région parenchymateuse est épaisse d'une quinzaine de rangées d'éléments. Sur les trois autres quarts de la circonférence, la couronne secondaire se divise en deux zônes : la zône interne, épaisse de trois à quatre rangs de cellules, n'est formée que d'éléments parenchymateux *p2* ; la zône externe, épaisse de huit rangs d'éléments, se compose, au contraire, de larges rayons et de petites trachéïdes, groupées par trois ou quatre files radiales. Cette zône secondaire extérieure se compose d'un mélange de trachéïdes et d'éléments parenchymateux, disposés en rayons ou en masses plus importantes. Nous nous bornons à ces indications sommaires, nous réservant de revenir sur ce sujet dans un travail ultérieur.

Liber. — La différenciation du liber en tissu parenchymateux et tissu grillagé est ici très accusée. Les parties parenchymateuses du liber ont la même structure que dans le spécimen n° I. Les massifs de tissu grillagé, plongés dans le tissu parenchymateux sont formés de très gros tubes criblés *(LCg)*, alternant avec des cellules plus petites, parfois écrasées. Le plus souvent, il n'y a pas de régularité dans la disposition de ces éléments ; d'autres fois, au contraire, les

Digitized by Google

cellules des massifs grillagés sont fort régulièrement distribués (fig. 60). Dans ce dernier cas, les gros éléments criblés *Cg* sont rangés

Fig. 60. — Section transversale d'un massif libérien grillagé.



Grossissement $\frac{150}{1}$.

Zc, zône cambiale. *r*, rayon. *L*, liber parenchymateux. *Cg*, cellules grillagées. *Ecizr*, zône rayonnée de l'écorce interne.

à la fois en séries radiales et tangentielles. Chaque tube criblé est séparé de celui qui le précède et de celui qui le suit par un rang d'éléments *L* plus petits, élargis tangentiellement, souvent écrasés. Latéralement, chaque tube grillagé est ordinairement séparé des autres par une cellule allongée, étroite radialement. La conservation de ce spécimen n'est cependant pas encore suffisante pour pouvoir permettre de résoudre les grillages que devaient porter les parois latérales de ces cellules.

Écorce interne. — La gaîne casparyenne et l'écorce interne présentent la même structure que dans l'échantillon n° II. La zône profonde *Ecizr* est épaisse de dix à douze rangées de cellules, dont les deux ou trois assises internes sont disposées en séries tangentielles. En un point de la zône rayonnée, des cellules, étirées radialement et recloisonnée tangentiellement, attestent que la roulure, signalée dans le bois secondaire, se fait sentir dans la partie profonde de l'écorce interne. Les zônes moyenne *Ecizm* et externe *Ecize* de l'écorce interne, bien conservées, présentent la même structure que chez le spécimen n° I.

Digitized by Google

Écorce moyenne et liége. — L'écorce moyenne *Ecm* comprend de trente à trente-cinq rangées d'éléments. Le liège *Lg* n'est visible que sur une épaisseur d'une trentaine de rangées de cellules. Dans cet échantillon, les tissus qui accompagnent les traces foliaires *S* et qui remplissent les fentes radiales sont particulièrement bien conservés. Ils nous ont fourni les types des niveaux 15, 16 et 17 de la trace foliaire.

Digitized by Google

Échantillon n° XII

L'échantillon n° XII provient d'un nodule de Westphalie que nous a donné M. Crépin, le savant directeur du Jardin botanique de Bruxelles. Il est extrêmement remarquable par la belle conservation de ses coussinets, ce qui nous a permis de trouver les indications nécessaires pour faire une étude approfondie de ces organes. Ce rameau était large et très rapproché d'une dichotomie égale. Intérieurement la masse libéro-ligneuse (pl. II, fig. 10) et la zône profonde rayonnée de l'écorce interne *Ecizr* sont conservées ; le reste de l'écorce interne et une partie de l'écorce moyenne sont détruits. Le bois secondaire *B2*, très peu épais, forme un arc d'environ 80° autour du bois primaire. A quelque distance de l'écorce interne, on voit la région extérieure du liège et la zône des coussinets.

Bois primaire. — Dans sa région axiale, le bois primaire est formé par un mélange de vaisseaux *V* (pl. II, fig. 10), de fibres primitives *fp* et de cellules réticulées *Cr*. Les fibres primitives, recloisonnées transversalement, ont des parois plus épaisses que dans la plupart des spécimens anglais ; elles sont aussi moins nombreuses ; par contre, les cellules réticulées sont plus abondantes. Dans ces derniers éléments, le réticulum secondaire est peu visible. Les gros vaisseaux *V*, sont, au centre, presque toujours groupés par deux ou par trois ; vers l'extérieur, ils sont beaucoup plus nombreux et forment des groupes plus importants, séparés par de petites bandes de fibres primitives.

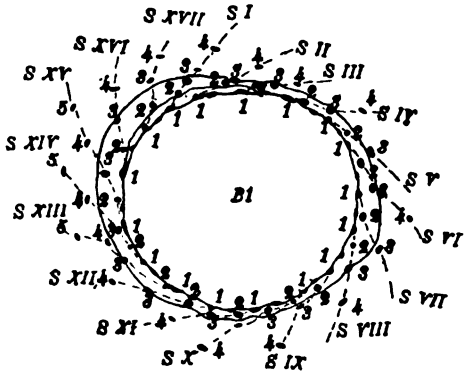
La couronne vasculaire, également épaisse dans toutes ses régions, comprend deux à trois rangées de gros vaisseaux, plus élargis tangentiellement que radialement.

La région des pôles *tr*, admirablement conservée, montre, avec la plus grande netteté, les pointements et les bandes trachéennes. Nous

Digitized by Google

avons relevé (fig. 61) dix-sept pointements initiaux d'hélices foliaires. Nous avons donc affaire à un rameau très large. Les bandes trachéennes, le plus souvent isolées, touchent quelquefois la droite d'un pointement saillant. Il est facile de refaire sur cette région l'étude de l'origine de la trace foliaire ; on la voit à tous les états que nous avons figuré, du niveau 1 au niveau 7.

Fig. 61. — Distribution des pointements trachéens et des traces foliaires de l'échantillon XII à la périphérie du bois primaire, dans le liber et la zône rayonnée de l'écorce interne.



Grossissement $\frac{10}{1}$.

1, pointements trachéens à la périphérie du bois primaire.

2, *3*, *4*, traces foliaires détachées du bois primaire.

S I, *S II*, ...*S XVII*, hélices foliaires, *I*, *II*, ...*XVII*.

Bois secondaire. — L'arc ligneux secondaire a la même structure que dans l'échantillon n° I. Il ne comprend que trois rangées de trachéïdes.

Zône cambiale. — La zône cambiale est épaisse de deux à trois rangées de cellules ; ses éléments sont plus petits que les trachéïdes. Elle se trouve donc à un état comparable à la zône cambiale de l'échantillon n° I. Cette zône cambiale s'étend, un peu, de chaque côté du bois secondaire, dans les fibres primitives qui réunissent bois et liber primaires.

Liber. — Les parties parenchymateuses du liber sont seules conservées et présentent la même structure que dans le spécimen n° I. En plusieurs points, la partie interne du liber et la région péricambiale ont été mises en contact, par suite de compressions subies par ce spécimen au moment de la fossilisation. En certains points, ces tissus libériens sont même tellement voisins qu'il s'est formé une

Digitized by Google

sorte de parenchyme corné. Toute la partie grillagée du liber a disparu.

Écorce interne. — La gaîne casparyenne *G* et la zône profonde de l'écorce interne *Ecizr* forment un anneau complet autour du liber. La structure de ces tissus est la même que dans l'échantillon n° I.

Distribution des traces foliaires. — Nous avons constaté dix-sept hélices foliaires, comprenant chacune quatre ou cinq termes entre le bois primaire et la zône moyenne de l'écorce interne. Le premier de ces termes constitue le pointement trachéen ; le second est situé dans le liber près de la zône cambiale ; le troisième et le quatrième sont placés dans le liber, le dernier étant situé près de la gaîne, quelquefois même dans l'écorce interne ; le cinquième terme de chaque hélice se trouve, le plus souvent, dans la partie extérieure de l'écorce interne.

Digitized by Google

CONCLUSIONS.

SOMMAIRE.

A. TISSUS PRIMAIRES.

I. Tissu central du stipe :

1° *Région axiale du bois primaire ;*
2° *Couronne vasculaire ;*
3° *Zône des pointements ; rapports des bandes et pointements ; comparaison avec* Lepidodendron Harcourtii *et quelques autres plantes ;*
4° *Sens de la différenciation ; région sortante ; masse réparatrice.*

II. Région libérienne :

5° *Fibres primitives et liber interne rayonné ; zône des recloisonnements ;*
6° *Zône grillagée ;*
7° *Zône péricambiale ;*
8° *Comparaison avec le liber de* Lep. Harcourtii *et des* Poroxylées ;
9° *Traces foliaires circulant dans le liber ; régions sortantes et masse réparatrice.*

III. Tissus corticaux :

10° *Écorce interne ;*
11° *Écorce moyenne ;*
12° *Zône des coussinets.*

IV. Trace foliaire :

13° *Trace foliaire ;*
14° *Appareil laticifère.*

V. Coussinet :

15° *Extérieur du coussinet ;*
16° *Structure du coussinet.*

Digitized by Google

B. TISSUS SECONDAIRES.

17° Bois secondaire ;
18° Liège.

C. SIGNIFICATION ET VALEUR MORPHOLOGIQUE DE LA MASSE LIBÉRO-LIGNEUSE.

19° Caractères taxonomiques.

L'analyse des échantillons, étudiés dans ce premier mémoire, nous conduit aux conclusions suivantes, qui seront, en même temps, le résumé de ce travail :

A. TISSUS PRIMAIRES.

I. Tissu central du stipe.

Le tissu central, tissu appelé indifféremment par M. Williamson « moëlle vasculaire, axe vasculaire, cylindre vasculaire », constitue, ainsi que l'ont parfaitement démontré MM. Hick et Cash, le bois primaire du stipe de *Lepidodendron selaginoïdes*. Il est partagé en trois régions : la région axiale, la couronne vasculaire et la zône des pointements.

1° La *région axiale du bois primaire* se compose de cellules réticulées et de fibres primitives recloisonnées transversalement. Au milieu de cette masse, on voit des vaisseaux scalariformes isolés, ou réunis par groupes, augmentant de nombre vers l'extérieur et se reliant à la couronne vasculaire. Il n'y a pas de limite nette entre la région axiale et la couronne vasculaire. Les éléments de la région axiale proviennent du même méristème que la couronne vasculaire et que la zône des pointements ; mais tandis que les uns ont subi une différenciation plus ou moins grande (vaisseaux scalariformes et cellules réticulées), les autres (fibres primitives) n'ont éprouvé d'autre transformation que des recloisonnements transversaux, dûs à leur

Digitized by Google

allongement excessivement rapide. La région axiale du bois primaire du *Lepidodendron selaginoïdes* n'est donc pas une dépendance du tissu fondamental et ne peut, en rien, être comparé au tissu médullaire de certaines plantes phanérogames ou cryptogames ; elle est comparable au tissu central des racines larges ; mais elle est plus différenciée que lui, car elle présente une dispersion des éléments vasculaires beaucoup plus grande. Le caractère ligneux de la région axiale est, aussi, bien plus prononcé chez *Lepidodendron selaginoïdes* que chez *Lep. Harcourtii ;* et, si certains échantillons de la première de ces espèces ont une région axiale formée presque uniquement de fibres primitives (comme celle de la seconde), la majeure partie des spécimens offre des cellules réticulées et des vaisseaux scalariformes, qui se relient à la couronne vasculaire. Du reste, le nombre relatif des fibres primitives, des cellules réticulées et des vaisseaux scalariformes peut varier d'un échantillon à l'autre. Ainsi, on peut trouver des rameaux grêles dans lesquels les fibres primitives centrales sont peu nombreuses et d'autres rameaux, très gros, où les fibres primitives et les cellules réticulées sont très abondantes. On rencontre tous les passages entre ces deux états extrêmes. Pour nous, ces différences sont dues uniquement au calibre des rameaux, et peut-être aussi à leur ordre ; mais ce ne sont assurément pas des stades successifs de l'accroissement d'une même branche.

M. Williamson a émis l'opinion que le nombre des éléments de l'axe médullaire augmentait à mesure que la plante avançait en âge et que le rameau grossissait. Nous ne pouvons admettre cette interprétation : car, parmi des rameaux ayant le même nombre d'hélices foliaires et un bois primaire de même diamètre, tandis que certains d'entre eux étaient sans bois secondaire, d'autres en étaient abondamment pourvus. On voit donc que l'âge ne détermine pas une multiplication des éléments ligneux primaires ou des fibres primitives ; si le rameau croît en diamètre, c'est uniquement par l'addition de tissus secondaires. D'autre part, nous n'avons jamais observé dans la masse ligneuse primaire de tiraillements, si faibles soient-ils, tiraillements qui seraient l'indication d'une croissance diamétrale, ainsi que M. Bertrand l'a indiqué chez *Lepidodendron Harcourtii*. Pour nous, les divers éléments de la masse ligneuse primaire se différenciaient en une seule fois et très rapidement ; cette différen-

Digitized by Google

ciation achevée, — à part le cas d'une lésion accidentelle, — il ne se produisait pas de nouveaux éléments centraux.

2° La *couronne vasculaire* du stipe de *Lepidodendron selaginoïdes* est continue, entièrement formée de vaisseaux rayés et scalariformes, sans interposition de fibres primitives ni de cellules réticulées. Vers l'intérieur, la couronne vasculaire n'est pas nettement limitée comme chez *Lepidodendron Harcourtii,* mais passe graduellement à la région axiale, par interposition de fibres primitives et de cellules réticulées. Les vaisseaux de la couronne vasculaire, gros vers l'intérieur, diminuent de diamètre en se rapprochant de la périphérie et établissent un passage insensible à la zône des pointements polaires. Pas plus que chez le *Lepidodendron Harcourtii,* la couronne vasculaire n'acquérait de nouveaux éléments par sa face interne. Elle restait à l'état qu'elle avait atteint, la différenciation primaire une fois terminée. Elle ne se transformait donc pas en une masse pleine, par suite de la différenciation ultérieure des fibres primitives centrales en vaisseaux.

3° La *zône des pointements* du stipe de *Lepidodendron selaginoïdes* se compose de petits vaisseaux scalariformes, de vaisseaux finement rayés et de trachées. Les divers pointements, que l'on rencontre sur une même section transversale de l'axe, ne sont que les régions polaires coupées à diverses hauteurs. Les régions polaires se détachent, à un niveau donné, de la masse ligneuse primaire et constituent alors les traces foliaires. On peut donc étudier, sur une seule section, les rapports des régions polaires entre elles et avec les pièces sortantes. Il résulte, de la description des différents échantillons examinés, que le nombre des pointements et des séries foliaires peut varier dans des limites assez grandes, de neuf à dix-sept ; ce nombre est en rapport direct avec le diamètre de la masse ligneuse primaire et par suite avec le calibre du rameau et celui de son point de végétation. De plus, quel que soit le nombre de ces pointements trachéens, ils ont toujours entre eux les mêmes rapports : ainsi, entre les divers pointements saillants, on constate toujours la présence de bandes tangentielles de trachées, bandes simples quand la distance entre deux pointements est assez faible, bandes doubles et même triples

Digitized by Google

quand cette distance est très grande. Ces bandes trachéennes naissent toujours à la droite d'un pointement polaire saillant ; elles s'en détachent, un peu plus haut, pour devenir indépendantes, quand celui-ci est sur le point de se séparer du bois primaire. Ce sont ces bandes trachéennes qui, s'individualisant peu à peu et devenant de plus en plus saillantes, forment les pointements polaires et donnent, à leur tour, naissance, par leur droite, à d'autres bandes tangentielles. Chez le *Lepidodendron selaginoïdes* comme chez le *Lep. Harcourtii,* il y a progression d'une série polaire à la suivante : c'est-à-dire que les termes de la nouvelle série *(n + 1)* sont coupés à un niveau plus élevé que les termes homologues de la série précédente *(n)*. L'agencement des séries polaires et l'émission des traces foliaires nous prouvent que, chez *Lepidodendron selaginoïdes,* de même que chez *L. Harcourtii,* la portion sortante ne constitue pas un faisceau unipolaire diploxylé comme chez les Sigillaires et les Poroxylons, mais bien une masse indéterminée, au moins dans la partie inférieure. Toutefois, la tendance à la polarité, que présente la trace foliaire de *Lep. selaginoïdes,* est encore plus accusée que chez *Lep. Harcourtii.* Dans leur ensemble, les traces foliaires du *Lep. selaginoïdes* dessinent des hélices parallèles dont le nombre varie suivant le calibre du rameau.

4° La *masse ligneuse primaire* ne présente des trachées qu'à l'extrémité des pointements polaires et sur les bandes tangentielles, comprises entre ces pointements. Un peu plus à l'intérieur, on trouve des vaisseaux rayés de petit calibre. Encore plus vers le centre, les vaisseaux augmentent de taille et se couvrent de ponctuations scalariformes. La région axiale est formée d'un mélange de fibres primitives, de cellules réticulées et de gros vaisseaux scalariformes disséminés. La *différenciation ligneuse* se fait donc de la périphérie vers le centre ; elle est *centripète.* Cette différenciation, très accentuée pour les pôles et les bandes trachéennes, est moins nette entre ceux-ci. Il semble, dès lors, que la couronne vasculaire appartienne à la fois à tous les pôles et à toutes les bandes trachéennes. Or, les bandes et les pointements trachéens alimentent seuls les traces foliaires, tandis que la couronne vasculaire ne participe pas à cette émission. On voit donc que les bandes trachéennes et les pointements polaires constituent la partie sortante du bois, tandis que la couronne

Digitized by Google

vasculaire représente la portion réparatrice et appartient en propre au stipe de *Lepidodendron selaginoïdes.*

II. Liber.

Les échantillons de *Lepidodendron selaginoïdes,* dans lesquels le liber est complètement conservé, sont excessivement rares, le tissu grillagé y étant, le plus souvent, détruit. Dans ces spécimens, on reconnaît que le liber est formé de trois régions bien nettes : une région intérieure, où les éléments présentent un arrangement concentrique et radié ; une région moyenne caractérisée par la présence de grands massifs grillagés ; et une région externe, ou péricambiale, dans laquelle on retrouve la disposition concentrique. Les régions internes et externes du liber sont reliées par des piliers plus ou moins obliques ; ceux-ci ont, sur une section transversale, l'aspect de trabécules radiaux, qui partagent la zône grillagée en un certain nombre de masses très différenciées.

5° Chez *Lepidodendron selaginoïdes,* de même que chez *Lep. Harcourtii,* les fibres primitives et les éléments de la région interne du liber ont, au voisinage immédiat du bois primaire, une disposition générale concentrique et rayonnée (1) déterminée par les nombreuses pièces sortantes. Cette région devenait le siège de cloisonnements tangentiels dès que ce tissu reprenait une certaine activité et cela sous l'influence de la cause la plus légère. Il en résultait la formation de tissus secondaires (cambiforme ou cambium) dont nous résumerons plus loin les caractères.

6° Le *tissu grillagé* du *Lep. selaginoïdes* forme une série de masses, séparées les unes des autres par les piliers de sortie des traces foliaires. Ces masses sont formées de grandes cellules hypertrophiées, ou éléments grillagés, isolées, ou groupées par deux ou trois éléments dans le sens tangentiel. Les cellules grillagées ou les groupes

(1) Cette disposition rayonnée du liber interne se retrouve dans la nature actuelle chez les plantes qui ont des axes courts et qui émettent un grand nombre de traces foliaires (stipes des Isoetées, Ophioglossées, Osmondacées).

Digitized by Google

de cellules grillagées sont séparés les uns des autres, dans le sens radial et dans le sens tangentiel, par des files d'éléments parenchymateux, beaucoup plus petits. Cette disposition rappelle un peu ce que l'on voit chez les *Poroxylon* et les *Lyginodendron*.

7° La *portion péricambiale* du liber présente un arrangement concentrique, dû à l'allongement tangentiel de ses éléments. Cette zône est plus épaisse aux points où les piliers viennent aboutir. On y voit quelques laticifères, mais en moins grand nombre que chez *Lep. Harcourtii*. Ils sont plutôt ici au dos de la trace foliaire. C'est une portion de cette zône péricambiale qui se différencie pour former la portion du liber qui se rend dans les appendices.

8° Ainsi qu'on peut le voir, par ce résumé, le liber de *Lep. selaginoïdes* est plus différencié que celui de *Lep. Harcourtii ;* son degré de complication est au moins aussi grand que celui des Poroxylées.

9° On voit, cheminant dans le liber, de nombreuses masses ligneuses, ou traces foliaires, détachées du bois primaire. Elles ne se trouvent que dans les tissus libériens parenchymateux. Dans la région intérieure et dans les piliers de sortie des traces foliaires, encore réduites à leur portion ligneuse, elles sont plongées complètement dans le liber. Arrivées dans la zône péricambiale, les traces foliaires acquièrent un massif libérien propre, par la différenciation du liber, situé au dos des massifs ligneux. Ce massif libérien différencié, qui forme la portion libérienne de la trace foliaire, se rend dans l'appendice et constitue la portion sortante du liber, tandis que le reste du liber forme la masse réparatrice. La portion libérienne de la trace foliaire, le plus souvent détruite, est remplacée par une lacune artificielle, où l'on voit quelques laticifères. Le liber de la trace foliaire est moins différencié que celui du stipe ; on n'y trouve pas la différence aussi marquée entre les cellules grillagées et le tissu parenchymateux. Les éléments grillagés sont simplement plus grands que les autres ; et même, cette différence va s'atténuant, à mesure que la trace foliaire se rapproche de son point de sortie. De plus, on n'y retrouve pas la disposition si régulière des massifs grillagés du stipe. De même qu'une portion minime du bois représente la partie sortante du

Digitized by Google

système ligneux, de même la partie sortante du liber est très minime ; la plus grande portion de la couronne libérienne représente une masse réparatrice, où viennent se perdre toutes les traces foliaires.

III. Tissus corticaux.

10° Écorce interne. — Nous avons divisé l'écorce interne en quatre zônes : la gaîne protectrice ; la zône interne ou rayonnée ; la zône moyenne et la zône externe.

La *gaîne protectrice,* ou gaîne casparyenne, n'est que le rang le plus interne de l'écorce interne ; elle sépare celle-ci de la zône péricambiale du liber. Parfois, elle est difficilement reconnaissable. Ses éléments, fortement élargis dans le sens tangentiel, ont les parois partout également épaissies ; ils ne présentent donc pas de cadres d'épaississement sur les cloisons radiales.

La *zône interne, ou zône rayonnée, de l'écorce interne* se compose de cellules à parois épaissies, dont la disposition rayonnante est marquée seulement pour les rangs les plus intérieurs. Vers l'extérieur, cet arrangement disparaît et les éléments sont disposés plus irrégulièrement ; en même temps, les cloisons cellulaires diminuent d'épaisseur.

La *zône moyenne de l'écorce interne,* le plus souvent détruite, est formée de cellules aplaties, à parois minces ; leurs cloisons radiales sont souvent rompues. Lorsque certaines cellules sont détruites, alors que leurs voisines ont persisté, la zône moyenne prend l'aspect d'un tissu étoilé. Cette même zône se différencie au dos des traces foliaires qui la traversent et donne naissance à un tissu spécial, que M. Bertrand a déjà rencontré chez le *Lepidodendron Harcourtii,* où il l'a nommé *parichnos.* Ce parichnos accompagne la trace foliaire jusque dans l'appendice ; il est toujours situé en arrière de sa portion libérienne et contre celle-ci. C'est au parichnos que correspond la grande déchirure postérieure de la trace foliaire chez le *Lep. Harcourtii.*

Les éléments de la *zône externe de l'écorce interne* ont des parois épaissies ; leur section transversale est circulaire, allongée tangentiellement. Les assises de cette zône peuvent prendre une disposition concentrique. De plus, ses éléments peuvent individuellement se recloisonner tangentiellement, sans que, pour cela, on soit en présence d'une zône génératrice ; car, si un élément se divise, les autres

Digitized by Google

restent le plus souvent inactifs. En tout cas, lorsqu'il y a formation subéreuse, celle-ci est très diffuse.

11° Écorce moyenne. — L'écorce moyenne se relie à l'écorce interne par des éléments à parois épaissies et à section transversale circulaire. A mesure que l'on s'éloigne de l'écorce interne, les éléments s'allongent de plus en plus dans le sens radial. Ce sont ces éléments, les plus longs et les plus externes, qui se recloisonnent tangentiellement et viennent augmenter l'épaisseur de l'assise subéreuse ; nous reviendrons sur ce fait, en parlant des tissus secondaires. Il est rare de voir l'écorce moyenne se continuer directement avec la zône des coussinets, car le liège apparaît de très bonne heure. Mais, quand ces deux tissus sont en contact, on voit qu'il y a continuité absolue et on ne peut fixer leur limite exacte.

12° Zône des Coussinets. — La zône des coussinets se relie directement à l'écorce moyenne, dans les très jeunes spécimens ; mais elle en est, le plus souvent, séparée par l'assise subéreuse. Il se forme, alors, un tissu de raccord caractérisé par des cellules petites, disposées en séries radiales, à section transversale rectangulaire ; c'est une sorte de liège. La zône des coussinets est, par elle-même, peu épaisse et ne comprend que trois à quatre rangées de parenchyme fondamental. Elle est limitée extérieurement par une assise épidermique, renforcée fréquemment par du liège. C'est le parenchyme fondamental de la zône des coussinets qui forme la grande masse de ces derniers.

Les coussinets, que l'on rencontre sur une même section transversale, sont coupés à des niveaux différents. Nous avons signalé que, en général, il y en a deux séries : la première est formée de coussinets larges, coupés vers leur milieu ; la seconde, alternant avec la première, se compose de coussinets étroits, coupés vers leurs extrémités. Nous pouvons aussi poser comme règle, qu'il y a, en général, deux fois autant de coussinets que de séries foliaires. Les grands coussinets correspondent aux hélices foliaires que l'on observe sur la section ; les petits, au contraire, sont en rapport avec les bandes trachéennes, qui séparent les différents pointements foliaires.

Digitized by Google

IV. Trace foliaire.

13° Trace foliaire. — La trace foliaire de *Lepidodendron selaginoïdes* est fortement polarisée. Prise dans son ensemble, on voit que la portion ligneuse occupe la région antérieure, tandis que la portion libérienne est située en arrière de la première et sur le même rayon, disposition qui se retrouve dans le faisceau des feuilles uni-nerviées. Le liber de la pièce sortante, lui-même, est polarisé, les laticifères étant placés dans la partie extérieure, près des tissus corticaux, entre la gaine et le tissu grillagé ; la polarité et la différenciation du bois sont plus grandes que chez *Lep. Harcourtii.* Nous avons vu, en effet, que le pointement ligneux destiné à sortir, mais encore adhérent à la couronne vasculaire, est formé de trachées et de vaisseaux rayés, grêles, alors que les trachées manquent chez *Lep. Harcourtii,* lorsque la trace commence à s'individualiser. Cette même différence se reconnaît dans la trace foliaire détachée du bois primaire : ainsi, dans une trace foliaire réduite à sa portion ligneuse et encore située dans la région profonde du liber, les trachées ne sont pas entourées par les autres éléments ligneux comme chez *Lep. Harcourtii,* mais elles occupent le bord antérieur et débordent très légèrement sur les côtés. Dans tout son trajet, la portion ligneuse de la trace foliaire conserve cette polarité et montre une tendance marquée à l'unipolarité, tandis que la trace foliaire de *Lep. Harcourtii* rappelle, dans sa région inférieure, un faisceau indéterminé et, dans sa région supérieure, un faisceau bipolaire, ou au moins un faisceau indéterminé à lame trachéenne élargie.

En étudiant, sur une même section, les diverses traces foliaires qu'on y rencontre et en les rangeant suivant leur distance au centre de la section, nous avons vu que leur ensemble pouvait être regardé comme les sections transversales successives d'une même trace foliaire, depuis son origine jusqu'à son point de sortie dans l'appendice. A sa base, la trace foliaire est uniquement formée par une bande tangentielle de quelques trachées, qui prennent naissance à la droite d'un pointement ligneux assez développé. Peu à peu, cette bande s'individualise, devient plus importante et accentue sa saillie au-

Digitized by Google

dehors ; elle constitue alors ce que nous avons appelé un pointement polaire, ou un pointement trachéen. Quand ce pointement est près de se détacher du bois primaire, il émet à sa droite une bande tangentielle de trachées, qui se comportera de la même manière. Bientôt, la trace foliaire se sépare de la masse ligneuse primaire, traverse horizontalement le bois secondaire et pénètre dans le liber sous forme d'un cordon circulaire, composé de trachées latérales et antérieures et de petits vaisseaux scalariformes situés en arrière, vers l'extérieur. Cette trace s'élève un peu obliquement dans la région libérienne, où elle demeure assez longtemps. Dans ce trajet, elle grossit, devient elliptique, tout en conservant ses trachées antérieures, et en étant toujours réduite à sa portion ligneuse. C'est seulement dans la région péricambiale que la trace foliaire devient libéro-ligneuse et acquiert une individualité propre. A cet effet, le liber, situé au dos de la trace foliaire, se différencie ; les laticifères apparaissent les premiers dans la portion postérieure de l'arc libérien ; puis, les cellules grillagées, peu différentes des autres éléments, se reconnaissent surtout par leur section plus grande ; très rarement conservés, ces éléments sont, le plus souvent, remplacés par un trou postérieur, au dos duquel se voient les laticifères. En traversant la gaîne casparyenne, la trace foliaire s'entoure de ce tissu ; mais, tandis qu'il est le plus souvent reconnaissable, en arrière de la trace, il se distingue difficilement en avant et sur les côtés. C'est dans la zône rayonnante de l'écorce moyenne que la trace foliaire est la plus large. Sa portion ligneuse a la forme d'un fuseau allongé tangentiellement, à trachées antérieures et à vaisseaux postérieurs. Sa portion libérienne présente la même disposition. A partir de ce point, la trace foliaire s'incurve un peu plus vers l'extérieur et les sections transversales du stipe la rencontrent très obliquement. Des coupes, dirigées perpendiculairement au cordon libéro-ligneux, montrent qu'il se réduit graduellement. Les éléments grillagés se distinguent de plus en plus difficilement des cellules libériennes parenchymateuses ; les laticifères deviennent moins nombreux. La portion ligneuse diminue sensiblement ; elle reste elliptique, mais commence déjà à montrer, en avant et dans le plan de symétrie, un pointement formé uniquement de trachées ; les vaisseaux rayés, de petit diamètre, sont situés en arrière. Cette structure générale de la trace foliaire persiste dans toute l'étendue de

Digitized by Google

l'écorce interne. Quand la trace est sur le point de pénétrer dans l'écorce moyenne, on voit une masse de tissu cortical, appelé *parichnos,* se différencier en arrière de la gaîne. Ce parichnos accompagne la trace foliaire jusque dans l'appendice ; il est limité, à l'extérieur, par une assise comparable à une gaîne. Le parcours de la trace foliaire est oblique dans l'écorce moyenne et horizontal dans la traversée du liège et de la zône des coussinets. Pendant ce trajet, on voit la portion ligneuse prendre une forme de plus en plus triangulaire. Les trachées sont toujours antérieures et contiguës aux fibres primitives. Les laticifères sont peu nombreux et, bientôt, disparaissent presque tous. La différenciation du liber, en éléments grillagés et parenchymateux, est très faible et, pour reconnaître les éléments criblés, il faut les avoir suivis depuis la couronne libérienne. La gaîne, qui sépare le liber du parichnos, est peu marquée, surtout en avant et sur les côtés de la trace foliaire. Le parichnos forme un tissu d'autant plus développé qu'il est plus rapproché de son point d'origine. Lui aussi diminue à mesure que la trace foliaire se rapproche du coussinet. Le parichnos remplit toutes les fentes radiales de l'écorce moyenne et du liège, fentes que parcourent les traces foliaires ; il est séparé de ces tissus extérieurs par une assise comparable à la gaîne casparyenne, souvent plus visible que celle-ci. C'est à cet état que la trace foliaire et le parichnos pénètrent dans le coussinet.

Si, au lieu de remonter la trace foliaire, nous la suivons depuis l'appendice jusqu'à son point d'insertion, nous voyons que celle-ci perd rapidement son individualité en pénétrant dans la masse libéro-ligneuse. Le tissu libérien disparaissant le premier, la trace foliaire consiste en un simple cordon ligneux noyé dans la couronne libérienne commune ; celle-ci paraît alors n'être qu'une grande anastomose réparatrice. Bientôt, à son tour, le cordon ligneux perd aussi son individualité, en venant se réunir à la masse ligneuse primaire, mais en persistant plus longtemps que la portion libérienne de la trace ; il se montre, en effet, un certain temps, d'abord sous forme de pointement, ensuite comme bande tangentielle qui s'accole à la droite d'un autre pointement saillant.

Il existe donc une grande différence entre la trace foliaire du *Lepidodendron selaginoïdes* et celle du *Lep. Harcourtii.* Tandis que, dans la première espèce, un pôle complet, à trachées et vaisseaux rayés, se

Digitized by Google

détache de la couronne ligneuse primaire ; chez le second, ainsi que l'a démontré M. Bertrand, c'est la portion latérale d'un pôle qui se détache, sans être entraîné et sans être pourvu, au début du moins, de trachées. De plus, la polarité de la trace foliaire est bien plus accusée chez *Lep. selaginoïdes* que chez *Lep. Harcourtii.*

Les traces foliaires, que l'on rencontre sur une section transversale, sont distribuées suivant des hélices dextres, dont le nombre varie d'après le calibre du rameau. Elles sont nombreuses et coupées à divers niveaux du trajet qu'elles parcourent dans le stipe, avant d'arriver dans le coussinet foliaire. En général, on peut dire qu'il y a cinq traces foliaires par hélice : la première forme le pointement polaire ; la seconde et la troisième sont situées dans la couronne libérienne ; la quatrième dans l'écorce interne ; la cinquième dans l'écorce moyenne, le liège ou la zône des coussinets. Or donc, si, comme dans l'échantillon n° I, on compte onze hélices, le nombre moyen de ces traces foliaires serait de cinquante-cinq par coupe transversale. Parmi celles-ci, onze sont à la périphérie du bois primaire ; vingt-deux dans la couronne libérienne ; onze dans l'écorce interne et onze dans l'écorce moyenne, le liège et la région des coussinets.

La trace foliaire du *Lep. selaginoïdes* ne présente pas de production libéro-ligneuse secondaire, même chez les spécimens pourvus d'un arc ou d'un anneau ligneux exogène. Les cordons foliaires étaient complètement développés avant l'apparition des productions secondaires. De plus, malgré l'extrême rapidité de la croissance, nous n'avons pas observé de tiraillements dans les tissus libériens ; il est, dès lors, peu probable qu'une zône génératrice s'y soit développée. On ne doit pas, à notre avis, regarder la disposition du bois de la trace foliaire de *Lep. selaginoïdes* comme une indication de bois diploxylé ; mais cette pièce est assurément plus polarisée que celle de *Lep. Harcourtii.* Nous y voyons une tendance vers le faisceau unipolaire, à différenciation unilatérale.

Pas plus que chez *Lep. Harcourtii,* nous n'avons trouvé, chez *Lep. selaginoïdes,* de rapport entre la trace foliaire et la ramification du stipe. Celle-ci se faisait par dichotomie égale ou inégale. Il n'y a donc rien de comparable à la ramification axillaire des Sigillaires et des Poroxylons.

Digitized by Google

14° Appareil laticifère. — L'appareil laticifère de *Lep. selaginoïdes,* plus réduit que celui de *Lep. Harcourtii,* consiste en tubes gommeux ou tannifères, isolés ou réunis par groupes de deux à trois éléments, colorés en brun et remplis d'une matière concretée. Ces tubes sont placés dans la portion péricambiale du liber et principalement au dos des traces foliaires ; contrairement à ce qui existe chez le *Lep. Harcourtii,* l'appareil laticifère va diminuant d'importance, à mesure que la trace foliaire se rapproche de l'extérieur ; il disparaît même souvent dans le coussinet.

V. Coussinet.

15° Forme des Coussinets. — Les coussinets foliaires sont distribués suivant un double système d'hélices faisant entre elles un angle de 63°,5. Le nombre de ces hélices varie (de neuf à dix-sept) suivant le calibre du rameau et suivant le diamètre de son point de végétation. Au voisinage du stipe, les coussinets se touchent et s'emboîtent exactement. Ils ont la forme générale d'un tronc de pyramide quadrangulaire, dont la grande base repose sur la surface du stipe et dont la petite base représente la cicatrice foliaire. Le coussinet présente quatre arêtes dont deux (l'une inférieure, l'autre supérieure) sont contenues dans sa surface de symétrie et dont les deux autres sont symétriquement placées, l'une à droite, l'autre à gauche du plan médian. Il résulte de ce dispositif quatre faces et quatre angles dièdres. Un peu au-dessous de la cicatrice foliaire, il existe une dépression, ou cavité transversale en forme de croissant, à convexité tournée vers le bas. C'est le *sinus inférieur,* dont les bords se relient presque toujours aux arêtes latérales. Ce sinus inférieur sépare dans le coussinet une portion inférieure que nous nommerons *talon.* Ce sinus inférieur n'a pas été signalé sur les empreintes, étant masqué par le rabattement de la portion supérieure du coussinet, qui porte la cicatrice et qui correspond à la région lamelleuse que Corda a signalée chez le *Lomatophloïos crassicaule.*

La cicatrice foliaire est horizontale et a la forme d'un triangle isocèle dont la base est en bas et le sommet principal en haut. On y constate trois cicatricules : la médiane, allongée verticalement, correspond à la trace foliaire ; les deux autres, latérales, situées un peu

Digitized by Google

au-dessous de la précédente, en forme de parenthèses, sont les traces des deux masses latérales du parichnos qui, à ce niveau, est probablement glandulaire. Le sommet principal du triangle, représentant la cicatrice foliaire, est émoussé, voir même entaillé par l'orifice de la chambre ligulaire.

La ligule de *Lep. selaginoïdes* consiste généralement en une courte languette, en forme de pyramide triangulaire, à angles et à sommets mousses. Enfermée dans la chambre ligulaire, la ligule est insérée très obliquement dans le fond et sur la face postérieure de cette chambre ; exceptionnellement, elle pouvait faire saillie au-dehors. Ainsi, s'expliquent les divergences qui se sont produites entre les auteurs, au sujet de la présence ou de l'absence de la ligule sur les empreintes de Lépidodendrons. La ligule de *Lep. selaginoïdes* mesure $0^{mm},4$ à $0^{mm},6$ de longueur. La profondeur de la chambre ligulaire est de $0^{mm},8$ à 1^{mm}.

16° Structure des Coussinets. — La section basilaire du coussinet foliaire a la forme d'un losange dont les côtés touchent ceux des coussinets voisins. Sous un épiderme glabre, sans stomate, renforcé en certains points par un liège peu épais, on trouve un parenchyme fondamental, dont les éléments centraux sont sensiblement les plus grands. La trace foliaire est centrale, petite, limitée en arrière par une gaîne et accompagnée d'un arc postérieur de parichnos, large et bilobé. La masse ligneuse est antérieure, elliptique ou triangulaire, mais toujours formée, en avant, par des trachées et, en arrière, par des vaisseaux rayés, grêles. Dans la masse libérienne, située derrière le bois, les éléments sont presque tous semblables et la distinction en tissu grillagé et tissu parenchymateux est très difficile à établir. Il faut, pour pouvoir le faire, suivre la trace foliaire dans toute son étendue. On remarque de très rares laticifères. En avant du bois et sur ses côtés, on voit des fibres primitives volumineuses. La gaîne casparyenne n'est bien développée qu'au dos de la trace foliaire. Le parichnos forme une masse bilobée, plus développée à droite et à gauche que dans le plan médian ; il se compose d'éléments très inégaux, dont les plus grands, hypertrophiés, semblent comprimer les petits. Une assise de petits éléments, comparable à une gaîne, sépare extérieurement le parichnos du parenchyme fondamental. Cette

Digitized by Google

séconde gaîne est surtout accusée derrière les masses latérales du parichnos.

Les principales modifications, apportées à la structure basilaire du coussinet (quand on étudie des coupes de plus en plus éloignées du rameau), sont les suivantes :

Une cavité en forme de croissant, à concavité tournée vers le haut, apparaît d'abord entre le parichnos et l'angle postérieur (inférieur) du coussinet. C'est la section du sinus inférieur qui, devenant de plus en plus grande, atteint les bords du coussinet et sépare le talon de la région lamelleuse. Le sinus inférieur est limité par un épiderme, renforcé de liège.

Peu à peu, le parichnos prend un grand développement et déborde de chaque côté de la trace foliaire ; il disparaît bientôt dans le plan médian et présente deux massifs latéraux distincts, formés de très grosses cellules, hypertrophiées, à parois minces. Ces massifs de parichnos, probablement glandulaires, aboutissent aux deux cicatricules latérales, en forme de parenthèses, que nous avons signalées sur la cicatrice foliaire, de chaque côté de la cicatricule libéro-ligneuse. Ces massifs latéraux de parichnos sont donc en rapport avec les deux glandes de la fronde.

Dans la traversée du coussinet, la trace foliaire ne subit d'autre changement qu'une réduction générale du nombre des éléments de chacun de ses deux tissus constituants.

Les fibres primitives antérieures deviennent plus nombreuses et tendent à former une grande plage d'éléments grêles, qui se relient au bois par de grandes cellules. Cette plage de petits éléments n'est autre que le tissu d'insertion de la ligule ; celui-ci s'éloigne peu à peu du bois, pour se rapprocher du tiers supérieur du coussinet. L'insertion de la ligule se prolonge donc au-dessous de la réunion de l'épiderme ligulaire avec l'épiderme de la chambre ligulaire. Dans cette insertion, il n'y a aucun élément ligneux caractérisé.

La chambre ligulaire est tapissée, sur tout son pourtour, d'un épiderme à cellules assez grandes. Elle s'ouvre à l'angle antérieur du coussinet. La ligule demeure parfois plus longtemps adhérente à la paroi postérieure de la chambre ligulaire qu'à sa paroi antérieure.

La ligule n'est complètement libre que sur une très faible étendue, à l'intérieur de la chambre ligulaire ; ordinairement elle ne fait pas

Digitized by Google

saillie au-dehors ; sa section est triangulaire, à angles mousses. L'épiderme ligulaire est formé de cellules beaucoup plus petites que celles de la chambre, avec lesquelles elles se continuent directement. Cet épiderme recouvre un parenchyme composé de cellules petites, isodiamétriques, sans méats, dont quelques-unes sont parfois très fortement hypertrophiées. Les éléments de la ligule présentent un arrangement radial très net ; ils sont étirés dans le sens de la longueur de l'organe. L'extrémité supérieure de la ligule est une pointe mousse.

B. TISSUS SECONDAIRES.

17° Bois secondaire. — Chez le *Lepidodendron selaginoïdes,* les productions ligneuses secondaires apparaissent entre le bois et le liber primaires. Elles sont dues à une zône cambiale, qui se montre, dans les échantillons que nous avons décrits, en un point, d'où elle gagne ensuite, de proche en proche, jusqu'à ce qu'elle entoure complètement le bois primaire. Ce cambium apparaît soit dans les fibres primitives contiguës aux trachées, soit dans les éléments libériens, voisins des fibres primitives, soit même dans un parenchyme secondaire, dû à un cambiforme et développé avant le cambium. Il n'y a donc rien de fixe sur la position de cette zône cambiale, ainsi que nous le prouverons dans un prochain travail. Quoiqu'il en soit, cette zône cambiale produit d'abord un arc de bois secondaire qui, se développant de plus en plus, finit par former une couronne continue autour du bois primaire. On conçoit dès lors que la couronne ligneuse secondaire soit très souvent plus épaisse en un point, qui correspond au point d'apparition de la zône cambiale. Le bois secondaire est formé de files de trachéïdes scalariformes, dont la taille augmente de l'intérieur vers l'extérieur ; elle est donc centrifuge ou exogène, comme l'a parfaitement observé M. Williamson. Ces files de trachéïdes sont réunies en groupes, entre lesquelles s'étendent des rayons ligneux secondaires, formés d'une à quatre files de parenchyme ligneux. La croissance de ce bois secondaire a dû être très rapide ; car, les trachéïdes les plus extérieures ont un diamètre beaucoup plus grand que les cellules cambiales contiguës. Cette disposition nous indique que les rameaux de *Lep. selaginoïdes,* que nous avons eus entre les mains, ont été

Digitized by Google

fossilisés à une période de ralentissement dans la végétation. Cette couronne ligneuse secondaire est traversée horizontalement par les traces foliaires qui, détachées de la zône des pointements polaires, cheminent dans un large rayon secondaire. Nous nous bornerons momentanément à ces conclusions pour le bois secondaire, nous réservant de revenir sur ce sujet dans un travail ultérieur.

18° Liège.—Le liège apparaît entre la zône des coussinets et l'écorce moyenne. Il est dû à un cambiforme, qui se développe d'abord dans les rangs les plus externes de l'écorce moyenne et, seulement, en regard des coussinets foliaires. Il se forme de la sorte autant d'arcs subéreux qu'il y a de coussinets. Puis, ces lames de liège s'étendent, peu à peu, à droite et à gauche, et forment un anneau subéreux complet, qui sépare la zône des coussinets de l'écorce moyenne. Le liège augmente d'épaisseur et cet accroissement se fait aux dépens de l'écorce moyenne, ainsi qu'on peut s'en convaincre en étudiant des rameaux de même calibre, mais d'âges différents. En effet, dans les jeunes stipes, le liège est peu développé, tandis que l'écorce moyenne est très épaisse ; inversement, dans les rameaux âgés, le liège est très développé, alors que l'écorce moyenne a beaucoup diminué d'épaisseur. La croissance du liège est donc centripète. Pour cela, les cellules de l'écorce moyenne, contiguës au liège, s'élargissent dans le sens radial et se recloisonnent tangentiellement. Mais l'observation nous a prouvé que, si un élément cortical se comportait comme il vient d'être dit, son voisin pouvait rester inactif. Nous avons donc affaire à un cambiforme diffus, qui se reculait vers l'intérieur à mesure que le liège augmentait d'épaisseur.

Quand le liège est très épais, il semble qu'il y ait plusieurs zônes : les unes sont formées d'éléments assez gros, à section transversale carrée, parfois un peu allongée dans le sens radial. Les autres sont constituées par des éléments plus petits, que l'on dirait comprimés et dont les parois radiales peuvent être rompues. Ce sont ces zônes subéreuses, à petits éléments, qui ont été regardées, à tort, par plusieurs anatomistes, comme les zônes génératrices du liège. Ce sont, pour nous, des zônes formées à des périodes de ralentissement de la végétation ; ce sont aussi des zônes de moindre résistance, suivant lesquelles pouvait se faire l'exfoliation, à une époque plus

Digitized by Google

avancée de la vie de la plante, et suivant lesquelles se produisent souvent aussi les cassures de la roche. Les grandes plaques subéreuses du *Lepidodendron aculeatum,* que M. Bertrand et moi avons rencontrées, en si grande abondance, dans la veine Marquise de la concession d'Hardinghen montrent, au surplus, que certains Lépidodendrons ont présenté des phénomènes certains d'exfoliation.

C. SIGNIFICATION ET VALEUR MORPHOLOGIQUE DE LA MASSE LIBÉRO-LIGNEUSE DE L'AXE DE *LEPIDODENDRON SELAGINOIDES.*

Les pointements polaires de la masse libéro-ligneuse de *Lepidodendron selaginoïdes* sont périphériques et non centraux. Elle est donc formée de *faisceaux libéro-ligneux déterminés.* D'un autre côté, ceux-ci ne sont pas unipolaires, car la différenciation des masses polaires est centripète au lieu d'être centrifuge, comme chez les Sigillariées, les Poroxylées, etc.....

Cette masse libéro-ligneuse déterminée est un axe présentant plusieurs surfaces de symétrie passant par l'axe de figure. Les pièces sortantes sont symétriques par rapport à une surface qui passe également par cet axe de figure. Les traces foliaires étant distribuées suivant un certain nombre d'hélices, il y a pour l'ensemble un dispositif héliçoïdal, dans lequel on constate, à un niveau donné, une surface de symétrie prédominante par rapport aux autres. Nous avons donc affaire à un *axe.*

Nous ne regardons pas cette masse libéro-ligneuse comme constituée par des faisceaux diploxylés très rapprochés, formant couronne continue pour les motifs suivants : le bois centrifuge fait défaut dans les jeunes rameaux ; quand il existe, il ne forme pas (dans un grand nombre de spécimens) un anneau complet, mais simplement un arc d'étendue variable. De plus, si le bois centrifuge fait défaut dans l'axe, le bois centripète manque dans la trace foliaire ; donc nous ne voyons de bois diploxylé, ni dans l'axe, ni dans la trace foliaire. Si nous avions affaire à un système de nombreux faisceaux diploxylés contigus, nous aurions un îlot grillagé derrière chaque pôle ; or, il

Digitized by Google

n'en est pas ainsi, de grands îlots grillagés s'étendant aussi bien derrière les pôles qu'entre ceux-ci ; souvent même, un grand îlot grillagé correspond, à la fois, à plusieurs pointements polaires. Jamais non plus, nous n'avons trouvé de pointements polaires indépendants, plus ou moins isolés de la masse libéro-ligneuse, comme cela se remarque chez les Sigillarées, les Poroxylées. Tous ces faits nous font rejeter l'interprétation qui verrait, dans la masse libéro-ligneuse de l'axe de *Lep. selaginoïdes,* une couronne de faisceaux diploxylés.

Doit-on considérer la masse libéro-ligneuse de l'axe de *Lep. selaginoïdes* comme un seul faisceau libéro-ligneux multipolaire, très large, à pôles nombreux ? Nous ne le croyons pas davantage. En effet, dans un faisceau multipolaire large, les pôles, également distants les uns des autres, ont tous la même valeur et, entre deux pôles consécutifs, il y a un îlot très différencié de cellules grillagées. Chez le *Lep. selaginoïdes,* au contraire, les pointements saillants, que l'on rencontre à un niveau donné, n'ont pas tous la même valeur ; ils sont inégalement distants les uns des autres et séparés par une ou plusieurs bandes trachéennes tangentielles. Le liber forme une couronne continue avec îlots grillagés, distribués irrégulièrement, placés tantôt en face d'un ou de plusieurs pointements trachéens, tantôt entre ceux-ci. On ne retrouve donc, ni dans la région ligneuse, ni dans la couronne libérienne de l'axe de *Lep. selaginoïdes,* la régularité qui caractérise un faisceau multipolaire large. En outre, les variations de position et de valeur, signalées pour les pointements trachéens et les îlots grillagés, s'observent sur toute la périphérie de la masse libéro-ligneuse et non pas en deux points ; comme cela a lieu pour les pseudodichotomies des faisceaux des racines de Lycopodes. Ces variations ne sont donc pas assimilables à celles que l'on peut observer dans un faisceau multipolaire type et qui sont dues soit à la division d'une lame polaire, soit à la fusion de deux lames polaires voisines. Les divisions et les fusions des lames polaires que l'on observe chez *Lep. selaginoïdes* indiquent simplement un système d'ondulations, dont on ne voit pas d'exemple dans les faisceaux multipolaires types. Pour ces différentes raisons, nous concluons que la masse libéro-ligneuse de l'axe de *Lep. selaginoïdes* ne représente pas un seul faisceau multipolaire.

Digitized by Google

Pour nous, la masse libéro-ligneuse de l'axe de *Lep. selaginoïdes* doit être assimilée à une masse libéro-ligneuse radiée, c'est-à-dire à un système de faisceaux bipolaires ayant tous même centre de figure. Nous basons cette conclusion sur les caractères suivants que l'on retrouve, tant chez les systèmes radiés que chez la masse libéro-ligneuse de l'axe de *Lep. selaginoïdes*. Les pôles sont inégalement distants les uns des autres, et placés à une distance notable du bord de la masse libéro-ligneuse. Le liber est relativement mince et homogène, car les îlots grillagés apparaissent n'importe où, en dehors des piliers de sorties des traces foliaires. Les sorties, très nombreuses, sont réduites à leur partie ligneuse dans la traversée du liber. La masse ligneuse réparatrice est constituée par les éléments vasculaires les plus internes. Le nombre des traces foliaires est très élevé, eu égard au nombre des régions polaires. Les rameaux se dichotomisent également ou inégalement, ainsi que nous le verrons dans un autre travail. Ces caractères se retrouvent, tant chez le stipe de *Lepidodendron selaginoïdes,* que chez les Centradesmides actuelles.

19° Caractères taxonomiques. — Les caractères de l'axe de *Lep. selaginoïdes* sont des caractères de plantes centradesmides. La masse libéro-ligneuse à pointements polaires externes, l'émission des appendices et la ramification concluent toutes dans ce sens. Il en est de même de la structure de la trace foliaire, bien que celle-ci montre une tendance marquée à la polarisation et prenne, par là, une ressemblance avec les plantes phanérogames. On ne peut encore, dans l'état actuel de nos connaissances, rapporter, avec certitude, telle espèce de *Lepidostrobus* au *Lep. selaginoïdes ;* mais certains épis présentent quelques indications en ce sens. On peut donc dire que le *Lepidodendron selaginoïdes* était un cryptogame vasculaire centradesmide, à fructification spiciforme. Notre plante était bien plus différenciée que les représentants actuels de ce groupe, par la puissance et la complexité de sa masse libéro-ligneuse, par la complication de sa trace foliaire et par la présence de tissus secondaires.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION 5

BIBLIOGRAPHIE 7

Dr Hooker E. 7
E.-W. Binney ; Mémoire de 1862 7
E.-W. Binney ; Mémoire de 1865 10
W. Carruthers ; 1869 12
E.-W. Binney ; Mémoire de 1871 14
W.-C. Williamson ; Mémoire de 1871 14
E.-W. Binney ; Mémoire de 1872 17
W.-C. Williamson ; Mémoire de 1872 18
E.-W. Binney ; Mémoire de 1875 19
W.-C. Williamson ; Mémoire de 1878 21
W.-C. Williamson ; Mémoire de 1881 23
B. Renault ; 1881. 26
J. Félix ; 1883 26
De Solms-Laubach ; 1887 28
Th. Hick et W. Cash ; 1889. 30
B. Renault ; 1890 32

STRUCTURE ANATOMIQUE DU STIPE DE *LEPIDODENDRON SELAGINOIDES*, STERNB. 33

Échantillon n° I 33

Forme et régions de la section 33
Bois primaire 36

Région axiale du bois primaire. 37
Couronne vasculaire 38
Zône des pointements 38
Fibres primitives. 41

Bois secondaire 41
Zône cambiale. 45

Digitized by Google

Liber 48
Écorce interne 51
Gaîne protectrice ou gaîne casparyenne 51
Zône profonde ou rayonnée de l'écorce interne 52
Zône moyenne de l'écorce interne 53
Zône externe de l'écorce interne 54
Écorce moyenne 55
Liège 57
Région des coussinets 59
Épiderme 60
Forme des coussinets 61
Distribution des traces foliaires 63
STRUCTURE DE LA TRACE FOLIAIRE A SES DIVERS NIVEAUX 65
COUSSINET FOLIAIRE 81
Extérieur du coussinet 81
Sections transversales 85
Section radiale 98
Sections horizontales 98
COMPARAISON DES ÉCHANTILLONS 102
ÉCHANTILLON N° II 102
ÉCHANTILLON N° III 107
ÉCHANTILLON N° IV 111
ÉCHANTILLON N° V 115
ÉCHANTILLON N° VI 118
ÉCHANTILLON N° VII 121
ÉCHANTILLON N° VIII 124
ÉCHANTILLON N° IX 128
ÉCHANTILLON N° X 131
ÉCHANTILLON N° XI 134
ÉCHANTILLON N° XII 138
CONCLUSIONS 141
TISSUS PRIMAIRES 142
Tissu central du stipe 142
Région axiale du bois primaire 142
Couronne vasculaire 144

Digitized by Google

Zône des pointements et rapports des bandes et pointements ; comparaison avec Lepidodendron Harcourtii *et autres plantes.* 144
Sens de la différenciation ; régions sortantes ; masse réparatrice. 145

Région libérienne. 146

Fibres primitives et liber interne rayonné ; zône des recloisonnements 146
Zône grillagée 146
Zône péricambiale 147
Comparaison avec le liber de Lepidodendron Harcourtii *et des* Poroxylon 147
Trace foliaire circulant dans le liber ; régions sortantes et masse réparatrice 147

Tissus corticaux 148

Écorce interne 148
Écorce moyenne 149
Zône des coussinets. 149

Trace foliaire 150

Trace foliaire 150
Appareil laticifère 154

Coussinet foliaire. 154

Forme du coussinet. 154
Structure du coussinet 155

Tissus secondaires 157

Bois secondaire 157
Liège 158

Signification et valeur morphologique de la masse libéro-ligneuse. 159

Caractères taxonomiques 161

TABLE DES MATIÈRES 163

1525 — Caen, Imp. E. LANIER, 1 et 3, rue Guillaume-le-Conquérant.

Digitized by Google

Digitized by Google

RECEIVED
NOV 25 1898

ESSAI

DE

STATIQUE VÉGÉTALE

LA RACINE

CONSIDÉRÉE COMME UN CORPS PESANT ET FLEXIBLE,

PAR

AUGUSTIN LETELLIER

DOCTEUR ÈS SCIENCES

CHARGÉ DE COURS D'HISTOIRE NATURELLE AU LYCÉE DE CAEN

Digitized by Google

Digitized by Google

RECEIVED
NOV 25 1898

ESSAI

DE

STATIQUE VÉGÉTALE

LA RACINE

CONSIDÉRÉE COMME UN CORPS PESANT ET FLEXIBLE,

PAR

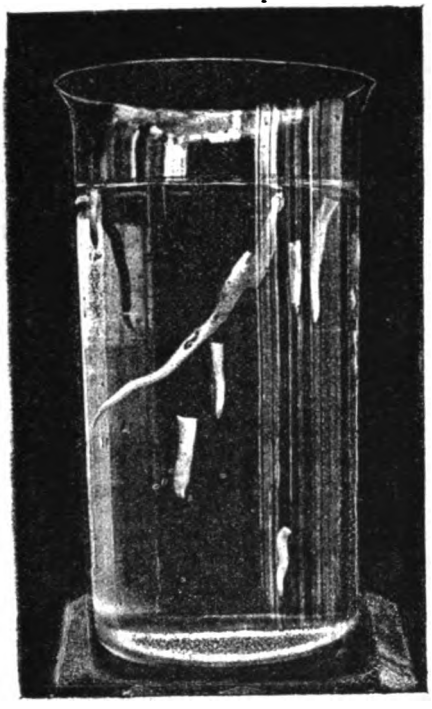
AUGUSTIN LETELLIER

DOCTEUR ÈS SCIENCES

CHARGÉ DE COURS D'HISTOIRE NATURELLE AU LYCÉE DE CAEN

Digitized by Google

Digitized by Google



MEPHISTOPHELES

. . . . . haltet euch an Worte !
Dann geht ihr durch die sichre Pforte
Zum Tempel der Gewissheit ein.

SCHÜLER

Doch ein Begriff muss bei dem Worte sein.

MEPHISTOPHELES

Schon gut ! Nur muss man sich nicht
allzu ängstlich quälen ;
Denn eben wo Begriffe fehlen,
Da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein.
Mit Worten lässt sich trefflich streiten,
Mit Worten ein System bereiten,
An Worte lässt sich trefflich glauben,
Von einem Wort lässt sich kein Iota rauben.

GOETHE, FAUST, Erster Theil.

MÉPHISTOPHÉLÈS

. . . . . *tenez-vous en aux mots.*
Alors vous entrerez par la porte sûre dans le temple de la certitude.

L'ÉCOLIER

Mais un mot doit toujours représenter une idée.

MÉPHISTOPHÉLÈS

Fort bien ! Seulement on ne doit pas trop se tourmenter ; car justement, où manquent les idées, un mot se présente à propos. Avec des mots, on dispute parfaitement ; avec des mots, on fonde un système. On peut fort bien croire à des mots ; d'un mot on ne peut retrancher un iota.

FAUST, 1re Partie.

Digitized by Google

Digitized by Google

PRÉFACE

Quoi qu'il soit difficile de dire d'une façon complète, je dirai même satisfaisante, comment il se fait que l'animal sait la position qu'il occupe dans l'espace, la sensibilité dont il est doué, la connaissance qu'il a du monde qui l'entoure, le jugement qu'il s'en forme, l'expérience qui lui apprend de bonne heure à reconnaître quelle est l'orientation de son corps la plus convenable à l'accomplissement des actes si multipliés et si divers de sa vie suffisent à expliquer l'habitude qu'il a de le tenir d'une certaine façon et à justifier les efforts qu'il fait pour l'y maintenir quand, par cas fortuit, il sent qu'il en est écarté.

La plante n'a ni nerfs ni muscles ; elle ne sent pas, elle ne connaît pas le monde extérieur, elle ne réagit pas volontairement contre lui ; ses cellules sont irritables et non sensibles, elles sont incapables de mémoire, l'expérience ne leur apprend rien, elles ne forment pas de jugement. Et pourtant la plante prend toujours la direction qui convient le mieux à sa vie. Quelle que soit la position dans laquelle sa graine a germé, elle pousse dans une direction verticale, sa racine s'enfonce dans la terre et sa tige s'élève en l'air, épanouissant à la lumière ses feuilles et ses fleurs. Si on la dérange de cette position, elle la reprend bientôt en infléchissant sa racine et sa tige suivant la direction que chacune d'elles a l'habitude de prendre : et cela se passe ainsi par toute la terre.

La pesanteur est la seule force qui partout est normale à la surface. On a pensé tout naturellement que c'est elle qui dirige la plante : *malheureusement on ne sait pas comment elle s'y prend pour la diriger.*

Les êtres vivants ne sont point comme les corps bruts faciles à

Digitized by Google

soumettre à l'expérimentation, mille causes inconnues de l'observateur, ou négligées par lui, viennent fausser les résultats de ses expériences parce que la somme des petites influences l'emporte sur l'effet de la force dont il veut précisément déterminer l'action. Et voilà pourquoi beaucoup d'esprits distingués convaincus, en l'état présent de nos connaissances sur la vie, de l'inanité de recherches dont aucune ne peut donner exactement l'explication de la mystérieuse propriété qu'ont les plantes de se diriger comme elles le font, se désintéressent de cette question et disent qu'elles poussent verticalement parce que cela leur plaît ainsi.

Si l'on avait toujours raisonné de cette manière, notre bagage scientifique serait assez mince, nous n'aurions pas les magnifiques travaux que les physiologistes de tous les pays ont accumulés depuis Buffon sur le sujet qui m'occupe, on n'aurait point fait d'expériences et nous n'en saurions pas plus long que ce qui nous est révélé chaque jour par la plus simple et la plus rapide observation. Heureusement il n'en a pas été ainsi. On sait, par exemple, qu'une racine de Fève qui a cru d'abord verticalement de haut en bas et qu'on a ensuite placée horizontalement se courbe vers la terre ; on a noté avec soin la forme et les dimensions de la courbure ; on a mesuré très exactement les différences que présentent dans leur longueur les faces supérieure et inférieure de la jeune racine infléchie ; on a vu que les cellules de la partie convexe sont plus longues que celles de la partie concave ; que la croissance est plus rapide en dessus qu'en dessous ; que les causes qui arrêtent la végétation empêchent la production des courbures ; on a remarqué que la courbure de la racine primaire se fait invariablement en un certain point et l'on a précisé la nature des tissus qui sont capables d'être ainsi excités par la pesanteur. Je me crois donc autorisé, malgré la complexité extrême des phénomènes qui se passent dans la racine pendant sa croissance, à dire après bien d'autres ce que j'ai vu, ce que j'ai expérimenté, et, après avoir montré dans quelles limites les résultats de mes expériences sont exacts, à en tirer les conséquences que ces résultats m'ont suggérées, à essayer de montrer qu'elles sont justes, réservant à l'avenir le soin de dire si j'ai tort ou raison.

Je diviserai ce mémoire en deux parties : la première comprendra

Digitized by Google

l'exposé des observations, les résultats auxquels je suis arrivé et la critique des expériences. La seconde partie, qui paraîtra philosophique à certains, dira les conséquences que j'ai cru pouvoir tirer des faits que j'ai découverts afin d'expliquer la direction des racines en m'appuyant sur les lois générales qui régissent les corps organisés tout comme les êtres inertes. Il sera difficile de ne point admettre la première partie, autrement qu'en démontrant l'inexactitude des expériences, or elles sont si simples que tout le monde pourra les refaire à son gré. Pour la seconde partie, chacun sera libre d'en accepter ou d'en rejeter provisoirement les conclusions. Quant à moi, chaque fois que je lis le mot *géotropisme,* je ne puis m'empêcher de penser au dialogue de Méphistopheles et de l'Écolier.

A. LETELLIER.

Caen, le 2 novembre 1892

Digitized by Google

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE.

LA RACINE CONSIDÉRÉE COMME UN CORPS PESANT ET FLEXIBLE.

CHAPITRE I.

§ 1. — Racines primaires.

Quand on met une graine en suspension hydrostatique dans un liquide de densité convenable, il peut arriver qu'elle flotte dans une position telle que l'embryon ait sa radicule dirigée en bas et sa gemmule orientée vers le ciel, c'est le cas du Haricot ; mais il peut aussi se faire que la graine reste en suspension hydrostatique dans une situation précisément inverse de celle que la jeune plante aura plus tard, c'est ce qui arrive pour les pépins du pommier. Aussi, n'ayant point étudié d'une façon suffisante la position du centre de gravité de la graine, je ne me permettrai pas de tirer des quelques observations que j'ai faites, des conclusions sur l'importance que peuvent avoir les positions relatives des centres de gravité et de figure sur les phénomènes qui se passent pendant la germination, d'autant que la forme de la graine peut fort bien corriger ce que cette position relative a de défavorable au point de vue du travail minimum à fournir par la jeune plantule. On conçoit cependant l'intérêt que présenterait une semblable détermination puisqu'elle indiquerait comment la graine doit nécessairement reposer sur la terre et ce qui advient quand elle y est roulée par les eaux pluviales pendant la longue période de temps qui s'écoule entre la déhiscence et la germination.

Digitized by Google

Les graines en germination flottent donc en général, mais pas toujours, dans une position favorable au développement de l'embryon, c'est-à-dire que celui-ci a sa radicule en bas, sa gemmule en haut : c'est ce que j'ai observé chez la Fève vulgaire, le Blé, le Chanvre, etc. Mais cette remarque n'aurait une véritable valeur au point de vue biologique que si la façon dont la graine repose sur le sol était toujours précisément celle qui est favorable à l'état de vie active, car il est évident que si, à l'état de vie ralentie sa position est autre que celle qu'aura l'embryon en germination, cette aptitude à une direction utile ne lui sert de rien. La graine n'est pas capable, en effet, aux premiers instants de son développement, de se redresser seule, il en résulte que les phénomènes que l'on observe ne sont pas la conséquence immédiate d'une orientation qui est possible mais qui finalement n'est pas toujours réalisée. Laissons donc la graine, attendons qu'on en sache plus long sur la manière dont elle repose sur la terre et cherchons quelle est dans l'embryon la position relative des centres de gravité et de figure.

L'expérience montre que si l'on met dans l'eau pure, ou additionnée d'alcool, un embryon de Haricot ou de toute autre plante phanérogame à l'état de germination et séparé de ses cotylédons (1), il tombe au fond du vase. Quand on le place dans l'eau salée à saturation il flotte à la surface. Sa densité est intermédiaire entre celle de l'eau pure et celle de l'eau saturée de sel. Cette première constatation permet, en modifiant convenablement la densité du liquide salé, de voir que :

1° L'embryon en germination flotte dans une position verticale, la radicule en bas, la gemmule en haut ;

2° L'orientation de l'embryon est indépendante de la position dans laquelle il s'est formé et de celle dans laquelle il a germé.

Séparant alors la radicule et la gemmule, on observe immédiatement que dans l'eau salée :

3° La radicule flotte la coiffe en bas ;

(1) J'ai séparé dans mes expériences l'embryon de ses cotylédons. On dira que j'ai eu tort parce qu'il est alors mutilé. Malheureusement mes expériences, pour être comparatives, nécessitaient cette suppression ; je n'aurais pu sans elle comparer les plantules pourvues de cotylédons mais dépourvues d'albumen, avec celles qui se développent grâce à des réserves alimentaires placées au dehors d'elles-mêmes.

Digitized by Google

4° La gemmule flotte la pointe en haut ;

5° La densité moyenne de la gemmule est moindre que celle de la radicule.

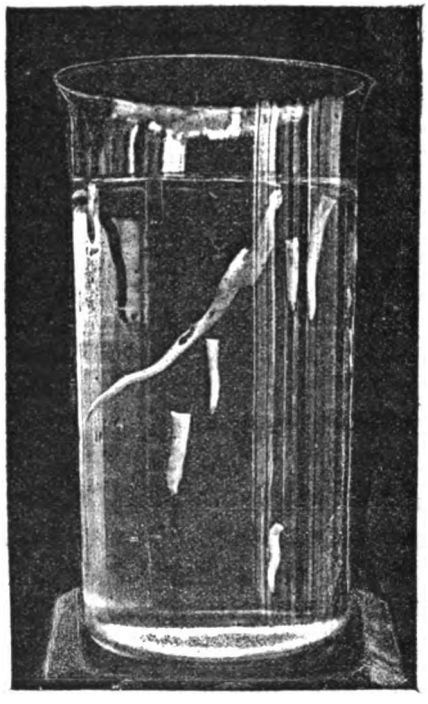
On prend alors des plantes à un état de développement plus avancé et l'on constate avec la même facilité que :

6° Une longueur quelconque de la racine primaire, sectionnée au-dessous des poils absorbants, et comprenant la coiffe, flotte toujours dans le liquide salé la coiffe en bas ;

7° La direction des segments est indépendante de la longueur, pourvu qu'ils comprennent la coiffe ;

8° La densité moyenne des segments de racine primaire va en croissant à mesure qu'ils deviennent de plus en plus courts.

Fig. 1.



Jeune plantule et segments de racine primaire de Fève en suspension dans l'eau d'abord alcoolisée, puis additionnée de quelques gouttes d'eau salée.

Digitized by Google

La figure 1 montre qu'une jeune Fève vulgaire déjà arrivée à un certain état de développement tend encore à se tenir verticalement la racine en bas. On voit au-dessus, à côté et en dessous, divers segments de racines primaires de la même plante ayant tous la coiffe en bas et flottant dans le même liquide. Cette photographie montre immédiatement que ces segments ont des densités moyennes différentes, puisque les uns sont en haut et d'autres au milieu du liquide. Ces différences tiennent à l'état même des racines qui sont plus ou moins âgées, plus ou moins développées et qui sont par suite en un état de turgescence ou d'imbibition différent : ou bien encore cela dépend de la longueur des segments, ainsi que je l'ai fait observer un peu plus haut. Mais on voit que, quelles que soient les causes qui modifient la densité de ces segments, tous, sans exception, flottent dans l'eau salée la coiffe en bas.

On sait que les racines suçoirs du Gui fuient la lumière et que, dans les conditions habituelles à leur développement, elles se dirigent toujours de façon à rencontrer et à pénétrer l'écorce de la branche qui sert de support à la graine en germination. Il en résulte que ces racines sont tantôt horizontales, infléchies vers le bas ou au contraire redressées, suivant les hasards du semis. Mes observations ont été faites sur des graines que l'on avait mis germer sur des lames de verre verticales après les avoir fixées les unes sur la face directement éclairée, les autres sur la face obscure. J'ai coupé des racines qui avaient des directions toutes différentes et j'ai vu que :

9° Les racines suçoirs du Gui conservent, quand elles sont en suspension dans l'eau salée, la direction qu'elles avaient dans l'air.

Une seule fois, une racine qui se dirigeait de bas en haut a flotté dans une direction inverse, le suçoir en bas. On pourrait donner diverses explications de ce fait anormal, explications qui seraient toutes vraisemblables sinon véritables : je préfère n'en hasarder aucune, d'autant que les observations que j'ai faites sur ces racines de Gui l'ont été au début de mes recherches et que je ne connaissais pas la loi suivant laquelle la densité varie dans l'étendue des jeunes racines.

Digitized by Google

§ 2. — Racines secondaires.

Toutes les racines dont j'ai parlé jusqu'à présent sont des racines primaires, toutes, sauf les racines suçoirs du Gui, se dirigent de haut en bas et nous savons que leurs segments, mis dans l'eau salée, flottent dans la direction qu'ils avaient avant l'expérience, c'est-à-dire la coiffe en bas. Voyons maintenant ce qu'il advient quand on place dans un liquide de densité convenable les extrémités non différenciées des racines secondaires ou d'ordre supérieur.

On sait que, comme les racines du Gui, les unes, et ce sont les plus nombreuses, croissent d'abord horizontalement, puis que plus tard elles se courbent vers le bas et alors s'enfoncent plus ou moins obliquement dans la terre : d'autres croissent de bas en haut, ce ne sont pas les moins curieuses à étudier. D'avance les observations que l'on a faites sur le Gui font présager que ces racines secondaires conservent en suspension hydrostatique la direction qu'elles avaient dans l'air ou dans la terre : l'expérience montre qu'il en est en effet ainsi.

Je me suis particulièrement adressé pour faire mes expériences aux racines secondaires de la Fève, parce qu'il est facile de se les procurer, et à celles du *Fulchironia senegalensis,* parce que les unes sont descendantes et les autres ascendantes. Or voici ce que j'ai observé :

10° L'extrémité à l'état de meristème d'une racine secondaire de Fève flotte, en général, dans l'eau salée dans la direction qu'elle avait dans l'air ; les différences que l'on remarque dans l'orientation de certains d'entre eux paraissent tenir à la longueur des segments ;

11° Un segment de racine secondaire descendante de Fulchironia senegalensis *flotte la coiffe en bas ;*

12° Un segment de racine ascendante du même palmier flotte la coiffe en haut.

Les Cycas ont en plus de leurs racines souterraines des racines secondaires qui rampent sur la terre et qui sont concrescentes entre

Digitized by Google

elles : à cause de leur aspect qui rappelle certains polipiers, on les désigne sous le nom de racines coralloïdes. Si l'on coupe les extrémités de ces racines, extrémités qui sont dirigées dans tous les sens et si on les met dans l'eau salée on voit que :

13° Les extrémités à l'état de meristème des racines coralloïdes des Cycas (Cycas revoluta) *gardent en flottant dans l'eau salée la direction qu'elles avaient dans l'air.*

En résumé :

1re Loi (Loi de direction).

La direction que prend la jeune racine dans la nature est celle qui correspond à sa position d'équilibre stable quand elle est en suspension hydrostatique.

Les conclusions à tirer des expériences précédentes et de la Loi qui en découle sont, au point de vue de la mécanique, les suivantes :

I. *Chez les racines naturellement descendantes le centre de gravité est au-dessous du centre de figure.*

II. *Chez les racines ascendantes il est en dessus, c'est-à-dire plus loin de la coiffe que le centre de figure.*

III. *Chez les racines secondaires orientées d'une façon quelconque les deux centres de gravité et de figure sont très rapprochés, l'équilibre est presque indifférent et l'orientation dépend de la moindre cause occasionnelle.*

Nota. — Les plantes qui ont servi à établir la *Loi de direction* sont : la Fève, le Haricot, la Vesce, le Pois, le Chènevis, le Blé, l'Orge, le Seigle, les racines très jeunes du Radis rose et de la Carotte, celles de divers palmiers, *Fulchironia senegalensis, Phœnix tenuis, P. reclinata, Corypha australis, Sabal,* etc., etc.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

LOI DE LA VARIATION DE LA DENSITÉ DANS L'ÉTENDUE DE LA JEUNE RACINE.

§ 1. — Comment on peut déterminer la densité vraie aux divers points d'une racine.

On sait que (8e expérience) la densité moyenne des segments de racine primaire comprenant la coiffe va en croissant à mesure que ces segments sont de plus en plus courts. La continuité du phénomène a permis de penser qu'il peut être représenté par une formule qui permettrait de connaître la densité vraie d'une tranche quelconque et infiniment mince située à une distance x de l'extrémité. Cette espérance s'est trouvée justifiée ainsi qu'on va le voir en lisant ce chapitre.

On coupe la racine au-dessous des poils absorbants, c'est-à-dire au-dessous de la partie différenciée, ne gardant pour les expériences que l'extrémité à l'état de meristème ou bien en voie d'accroissement intercalaire. C'est cette portion de racine qui portera toujours le nom de *partie non différenciée* dans le reste de ce mémoire, quoiqu'on y puisse distinguer au moins les deux états que j'ai indiqués. On fait flotter ce bout de racine dans une eau salée de densité convenable et que l'on mesure au moyen d'un aréomètre assez sensible pour indiquer les millièmes. On raccourcit ensuite cette même racine d'une longueur connue et, faisant flotter à nouveau l'extrémité qui porte la coiffe, on note encore la densité du liquide salé. On continue les mêmes opérations en raccourcissant de plus en plus la racine et l'on a finalement une série de nombres qui sont les densités moyennes δ_x

Digitized by Google

des segments qui ont des longueurs x, de moins en moins grandes, et comptées à partir de l'extrémité naturelle de la racine.

Si l'on prend les précautions que je vais indiquer plus loin, les valeurs de δ_x croissent régulièrement à mesure que x décroit jusqu'à zéro. On s'en rend facilement compte en construisant la courbe qui a pour abscisses les diverses valeurs de x et pour ordonnées les valeurs correspondantes de δ_x. Ces courbes, quelle que soit la racine, sont convexes vers le bas ; elles s'infléchissent d'abord lentement puis se relèvent rapidement quand x devient très petit. Il suffira pour avoir une idée générale de ces courbes de regarder celle qui est marquée AA' sur la figure 2.

Cela posé, considérons la racine comme un cylindre, ce qui n'est pas éloigné de la vérité pour un grand nombre d'entre elles et qui dans tous les cas simplifiera beaucoup les calculs : appelons d_x la densité vraie, d'une tranche infiniment mince Δ_x de la racine, on aura, x représentant à la fois et la distance à l'origine et le volume du segment dont la section est supposée égale à l'unité :

$$\delta_x = \frac{\int_o^x \Delta_x \, d_x}{x}$$

δ_x étant, comme je l'ai dit, la densité moyenne d'un segment.

Posons :

$$d_x = d_o + ax + bx^2$$

il viendra :

$$\delta_x = \frac{\int_o^x (d_o + ax + bx^2) \, \Delta_x}{x}$$

et en développant :

$$\delta_x = d_o + \frac{a}{2} x + \frac{b}{3} x^2$$

d_o, a et b sont trois constantes dont les valeurs sont données par la résolution de trois équations pour lesquelles δ_x et x sont connus.

Digitized by Google

Substituant ces valeurs dans l'expression de d_x on aura une formule empirique qui permettra de trouver la densité vraie d'une tranche quelconque de la racine placée à une distance x de son extrémité.

On ne peut pas faire d'objection à la méthode parce que les valeurs de δ_x déterminées directement sont les mêmes que celles qui sont fournies par le calcul, d'où il faut conclure que les nombres trouvés pour d_x sont aussi les valeurs vraies des densités des tranches successives et infiniment minces de la racine.

Remarque. — On voudra savoir, avant de lire les applications que j'ai faites de cette méthode de détermination des densités vraies à plusieurs racines et les résultats auxquels elle m'a conduit, pourquoi je l'ai préférée à toute autre et dans quelles limites elle est exacte.

On ne peut espérer obtenir, avec une approximation suffisante, la densité de tranches très minces d'une racine que l'on met flotter dans l'eau salée, parce qu'il y a imbibition par les deux faces de section, c'est-à-dire pénétration rapide du support dans la tranche en expérience, par conséquent variation dans sa densité et l'expérience montre qu'elle ne tarde pas à tomber au fond du vase.

J'ai pensé un instant à me servir d'un volumenomètre, mais il y aurait eu dissécation des segments et, pour qui sait l'énorme proportion dans laquelle l'eau entre dans la constitution des jeunes tissus, l'erreur commise de ce fait eût été plus grande que celle qui est causée par une imbibition de quelques instants par une face seulement et dans un segment de grande dimension. Enfin à cause du faible poids et du petit volume des racines en expérience, il eût été difficile d'éviter des erreurs, relativement graves, dans les pesées et dans les mesures des hauteurs des colonnes de mercure.

Le procédé que j'ai choisi a cet avantage de donner rapidement le résultat cherché, à savoir la densité moyenne du segment. En faisant les mesures après des temps d'immersion très courts et sensiblement égaux, on peut admettre que la pénétration du liquide salé se fait toujours jusqu'à la même profondeur, que l'erreur introduite est une constante des expériences. La courbe vraie des δ_x serait donc peu différente, sauf peut-être pour les valeurs très petites de x, de celle

Digitized by Google

que fournissent les mesures : on est par conséquent en droit de se servir de la courbe que l'on a et d'en tirer toutes les conséquences qu'elle comporte. Il est d'ailleurs impossible avec un corps vivant d'exiger des mesures absolument exactes, je dirai même rigoureusement concordantes ; il est clair que les mesures ne peuvent être identiques quand on passe d'une racine à une autre, alors même que ces racines appartiendraient à des plantes de la même espèce. Il y a pour la racine trop de causes qui influent sur son développement, et par conséquent sur sa densité, pour que l'on puisse espérer de rencontrer deux segments de même longueur donnant pour δ_x des valeurs rigoureusement égales. Il suffit que les courbes obtenues soient sensiblement parallèles pour que l'on soit assuré que, s'il était possible de construire celle qui serait pour chaque racine la représentation exacte du phénomène, celles que l'on a n'en diffèrent pas ou de si peu qu'en réalité on peut les prendre pour l'expression vraie du phénomène ou tout au moins pour une approximation très suffisante. Avec un peu d'habitude on arrive d'ailleurs à obtenir des mesures qui remplissent toutes les conditions désirées, on les voit croître régulièrement à mesure que décroit la longueur du segment et il est rare qu'on ne puisse les représenter par une courbe régulière.

Je me suis toujours servi d'un jeu d'aréomètres très sensibles qui permettait d'apprécier vite et facilement des variations de un millième dans la densité du liquide salé et je me suis servi d'un microtome afin de raccourcir les racines de longueurs connues et toujours égales.

§ 2. — Application de la méthode précédente aux racines des divers ordres.

RACINES PRIMAIRES.

I.

Faba vulgaris.

La Fève vulgaire est une plante précieuse pour tous ceux qui s'occupent des phénomènes que produit la germination. Sa graine

Digitized by Google

germe rapidement et sa racine primaire, à cause de ses dimensions, se prête mieux que toute autre aux mesures, elle est longue, elle est grosse et elle est rigide.

J'ai fait germer des Fèves dans l'air humide, j'en ai fait pousser dans du terreau tamisé ; les résultats au point de vue de la variation de la densité moyenne dans la partie non différenciée ont été très sensiblement les mêmes, et cela n'est pas surprenant puisque dans l'un et l'autre cas j'ai étudié ces racines avant qu'elles fussent en état de subvenir à la nutrition de la jeune plante, alors qu'elles se développaient en usant les réserves contenues dans les cotylédons.

Je ne crois pas utile de donner ici les résultats de toutes les mesures que j'ai faites, je ne vais donc en citer que quelques-uns.

Fèves ayant germé dans la terre.

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES δ_x.
1re Racine :	
24	1,020
15	1,046
10	1,078
5	1,100
2e Racine :	
20	1,018
14	1,034
10	1,052
5	1,093
3e Racine :	
20	1,013
10	1,023
5	1,067

Digitized by Google

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES δ_x.
4e Racine :	
20	1,010
10	1,044
5	1,090
2,5	1,142
0,75	1,200
5e Racine :	
20	1,022
10	1,045
5	1,100
2,5	1,200

Fève ayant germé dans l'air humide.

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES δ_x.
20	1,020
10	1,062
6	1,090
3	1,135

Pour calculer les constantes d_o, a et b de la formule empirique

$$d_x = d_o + ax + bx^3$$

qui donne la densité vraie à une distance x de l'extrémité j'ai pris les moyennes des densités δ_x pour les diverses longueurs des segments, non seulement en me servant des données fournies par les tableaux

Digitized by Google

ci-dessus, mais encore en recourant à d'autres mesures qui n'y figurent pas. J'ai admis pour unité de longueur vingt millimètres et j'ai résolu le système :

$$\delta_1 = d_o + \frac{1}{2}\, a + \frac{1}{3}\, b = 1{,}013$$

$$\delta_{\frac{1}{4}} = d_o + \frac{1}{4}\, a + \frac{1}{12}\, b = 1{,}043$$

$$\delta_{\frac{1}{8}} = d_o + \frac{1}{16}\, a + \frac{1}{192}\, b = 1{,}111$$

J'en ai tiré :

$$\begin{aligned} d_o &= \quad 1{,}141 \\ a &= -\ 0{,}535 \\ b &= \quad 0{,}416 \end{aligned}$$

On a donc en remplaçant les constantes par leur valeur

$$\delta_x = 1{,}141 - 0{,}267\ x + 0{,}139\ x^2$$

On a une vérification immédiate de l'exactitude de cette formule en y faisant

$$x = \frac{1}{4}$$

on trouve :

$$\delta_{\frac{1}{4}} = 1{,}092$$

Les mesures expérimentales donnent

$$\delta_{\frac{1}{4}} = 1{,}090$$

La densité vraie d'une tranche infiniment mince prise à une distance x de l'extrémité est fournie par l'égalité

$$d_x = 1{,}141 - 0{,}535\ x + 0{,}416\ x^2$$

Digitized by Google

A l'extrémité de la racine, la densité vraie de la racine est d'après le calcul

$$d_o = 1{,}141 ;$$

à deux centimètres plus loin, c'est-à-dire au niveau des poils absorbants, elle est

$$d_{20} = 1{,}022$$

La forme parabolique de l'expression des d_x montre que, en variant de tranche en tranche de l'extrémité jusqu'à deux centimètres plus haut, la densité vraie passe par une valeur minima. Il est facile de déterminer le point de moindre densité. Égalons à zéro la dérivée de d_x par rapport à x, nous trouverons

$$- 0{,}535 + 2 \times 0{,}416\ x = 0$$

d'où

$$x = 0{,}64$$

et à cause de l'unité adoptée, nous verrons que c'est à $12^{mm}, 8$ de la coiffe, soit approximativement 13^{mm} pour la racine idéale que nous étudions, que la densité vraie passe par un minimum. Ce minimum est

$$d = 0{,}969$$

On ne peut pas accepter ce résultat sans en vérifier l'exactitude par l'expérience. On prend donc deux segments de racine de Fève sectionnés l'un en dessus de 13 millimètres comptés à partir de l'extrémité de la coiffe et l'autre en dessous, mais privé de la coiffe. On les met dans l'eau salée et on observe que :

Les segments de racine qui ne se terminent pas par la coiffe flottent verticalement, mais en des directions diamétralement opposées, suivant qu'ils ont été pris au-dessus ou au-dessous du point de moindre densité :

a *Les segments pris en dessus se renversent ;*
b *Les segments pris en dessous restent en suspension comme si la coiffe était encore au bout.*

Digitized by Google

Ainsi l'application du calcul à l'étude de la variation de la densité dans l'étendue de la racine m'a conduit à une découverte physiologique complètement inattendue. Je ne pouvais pas souhaiter une justification plus éclatante de la méthode que j'ai cru devoir employer.

Il est facile de construire par points la courbe des densités vraies (d_x), il suffit de faire dans la formule connue successivement $x = 0$, $x = \frac{1}{20}$, $x = \frac{2}{20}$, $x = \frac{3}{20}$..... $x = 1$.

Le tableau ci-dessous donne ces différentes valeurs.

Densités vraies d_x aux divers points de la racine primaire de la Fève vulgaire.

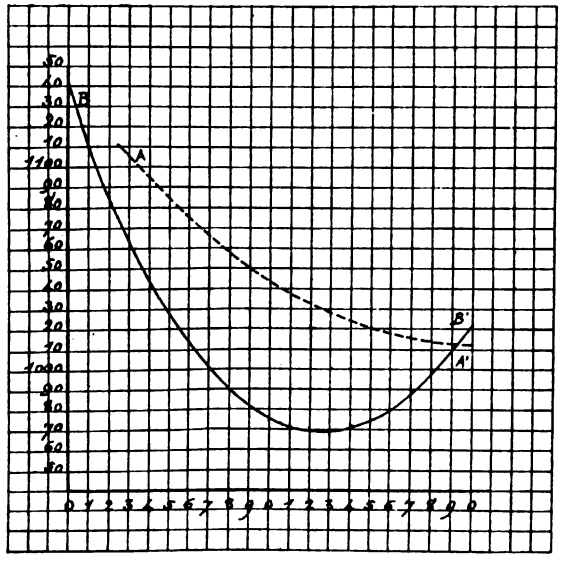
DISTANCES MESURÉES A PARTIR de L'EXTRÉMITÉ ET EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS VRAIES d_x.
0	1,141
1	1,115
2	1,092
3	1,064
4	1,048
5	1,033
6	1,018
7	1,005
8	0,994
9	0,985
10	0,975
11	0,972
12	0,971
13	0,969
14	0,970
15	0,974

Digitized by Google

DISTANCES MESURÉES A PARTIR de L'EXTRÉMITÉ ET EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS VRAIES d_x.
16	0,979
17	0,987
18	0,996
19	1,008
20	1,022

La figure 2 donne en AA' la courbe des densités moyennes (d_x), en BB', celle des densités vraies (d_x).

Fig. 2.



Faba vulgaris. — Racine primaire.

L'examen de la courbe AA' fait voir que la densité moyenne des

Digitized by Google

segments croit régulièrement jusqu'à devenir égale à la densité vraie quand le segment est infiniment court.

II.

Phaseolus vulgaris.

J'ai fait moins de mesures avec les racines primaires du Haricot qu'avec celles de la Fève, mais j'ai obtenu des nombres qui croissaient d'une façon si régulière que je n'hésite pas à considérer comme exacts les résultats que j'ai obtenus.

Le tableau ci-dessous donne les densités moyennes δ_x de segments d'une même racine, de plus en plus courts et toujours terminés par la coiffe.

Racine primaire du Haricot.

LONGUEURS DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES δ_x.
30	1,006
20	1,012
10	1,045
5	1,100
2,5	1,135

J'ai pris pour calculer les constantes de l'équation

$$\delta_x = d_o + \frac{1}{2} ax + \frac{1}{3} bx^2$$

le système

$$\delta_1 = d_o + \frac{1}{2} a + \frac{1}{3} b = 1{,}012$$

$$\delta_{\frac{1}{2}} = d_o + \frac{1}{4} a + \frac{1}{12} b = 1{,}045$$

$$\delta_{\frac{1}{4}} = d_o + \frac{1}{8} a + \frac{1}{48} b = 1{,}100$$

Digitized by Google

J'ai trouvé :

$$d_o = 1{,}18066$$
$$a = -0{,}748$$
$$b = 0{,}616$$

En substituant dans les valeurs de δ_x et de d_x on a :

$$\delta_x = 1{,}18066 - 0{,}374\ x + 0{,}205\ x^2$$

et

$$d_x = 1{,}18066 - 0{,}748\ x + 0{,}616\ x^2$$

Cette dernière équation permet de trouver la valeur minima de la densité vraie

$$d = 0{,}95036$$

et de voir que c'est à 12 millimètres de la coiffe que se trouve la tranche infiniment mince qui la possède.

Le tableau ci-dessous permet de construire par points la courbe des densités vraies : ces densités ont été calculées pour des longueurs comprises entre zéro et vingt millimètres et croissant de deux millimètres en deux millimètres.

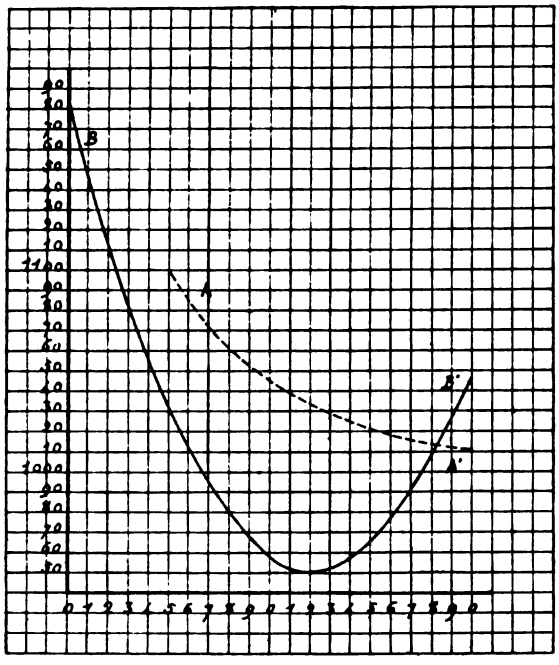
Densité vraie d_x aux divers points de la racine primaire du Haricot.

DISTANCES MESURÉES EN MILLIMÈTRES ET A PARTIR DE L'EXTRÉMITÉ.	DENSITÉS VRAIES d_x.
0	1,18066
2	1,11202
4	1,05570
6	1,01170
8	0,98002
10	0,96066
12	0,95036
14	0,95890
16	0,97650
18	1,00642
20	1,04866

Digitized by Google

La figure 3 qui est tracée à la même échelle que la précédente donne en AA' la courbe des densités moyennes δ_x et en BB' celle des densités vraies d_x.

Fig. 3



Phaseolus vulgaris. — Racine primaire.

On remarquera que ces courbes sont presque identiques à celles qui ont été trouvées pour la racine primaire de la Fève.

III.

Racines suçoirs du Gui.

Les racines suçoirs du Gui que j'ai étudiées étaient des racines primaires, leur étude a donc ici sa place marquée avant qu'il soit question des racines secondaires.

Digitized by Google

Lorsque j'ai eu ces racines que je devais à l'extrême obligeance de M. Lignier, professeur de botanique à la Faculté de Caen (1), c'était au début de mes recherches et je ne pensais pas encore à la détermination de la loi des densités dans les racines. Le lecteur trouvera donc cette partie de mon travail fort incomplète, mais comme j'ai recueilli néanmoins un certain nombre d'observations intéressantes, j'espère qu'il me pardonnera en leur faveur et qu'il pensera que je fais bien en disant ce que j'ai vu.

On sait que ces racines ne semblent pas être influencées par la pesanteur et que, suivant la position qu'occupe la graine, on les voit se diriger de haut en bas, latéralement ou de bas en haut afin de s'enfoncer dans la branche de Pommier ou de Peuplier sur laquelle la baie a été déposée par un oiseau.

Quand on fait germer les graines sur une lame de verre, c'est la lumière qui paraît diriger les racines, toutes se dirigent vers le point d'où leur vient le moins de rayons lumineux. Les graines en germination que j'ai eu le plaisir d'étudier avaient ainsi poussé sur des lames de verre verticales placées devant une fenêtre, les unes avaient été collées sur la face directement éclairée, les autres sur la face obscure. Les racines avaient par suite toutes les directions possibles, beaucoup s'étaient incurvées sur elles-mêmes pour fuir la lumière. Je les ai simplement coupées et mises en suspension dans l'eau salée et toujours, sauf une exception dont la cause m'est inconnue, ces racines ont pris dans la liqueur salée la direction qu'elles avaient dans l'air.

Je regrette de ne pas savoir si la racine suçoir du Gui présente comme les autres racines primaires un minimum de densité. Il n'y aurait rien de surprenant à ce qu'elle offrît quelque particularité remarquable. Cette racine n'est pas comme celle de la Fève ou du Haricot privée de chlorophylle, elle est différenciée dans toute sa longueur, elle constitue un cas beaucoup plus complexe que ceux qui ont été précédemment étudiés. Il me semble qu'il est comparable à celui qu'on observe avec les nœuds de la tige des Pois qui, quoique

(1) Ces graines provenaient d'expériences faites par M. Ch. Guérin (Voir à ce sujet le *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 4e série, vol. VI, 4e fasc., 1892).

Digitized by Google

différenciés, se courbent quand on incline la tige. Ce cas particulier sera étudié dans la seconde partie de ce mémoire à propos des nœuds des Graminées qui sont si curieux à observer et qui se prêtent mieux aux mesures de densité et de flexion.

RACINES SECONDAIRES.

I.

Faba vulgaris.

Les racines secondaires de la Fève dont je me suis servi avaient poussé dans l'air humide pendant que la racine primaire plongeait par son extrémité dans de l'eau additionnée d'une trace de phosphate de chaux et de carbonate de potasse.

Le tableau ci-dessous donne les densités moyennes d_x des segments que je faisais flotter dans l'eau salée.

Racines secondaires de la Fève.

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES d_x.
1re Racine :	
14	1,028
9	1,046
6	1,058
3	1,076
2e Racine :	
15	1,024
11	1,026
7	1,035
5	1,051
3	1,075

Digitized by Google

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES δ_x.
3e Racine :	
14	1,019
10	1,033
8	1,050
5	1,060
3	1,087
4e Racine :	
32	1,022
20	1,023
10	1,042
8	1,055
5	1,085
3	1,115

Je me suis servi des mesures obtenues avec la 4e racine dont j'ai calculé les densités vraies aux divers points de la partie non différencie, située en dessous des poils absorbants. Pour avoir les valeurs des constantes j'ai résolu le système :

$$d_o + \frac{1}{2}a + \frac{1}{3}b = 1{,}023$$
$$d_o + \frac{1}{4}a + \frac{1}{12}b = 1{,}042$$
$$d_o + \frac{1}{8}a + \frac{1}{48}b = 1{,}085$$

J'en ai tiré :

$$d_o = 1{,}150$$
$$a = -0{,}612$$
$$b = 0{,}536$$

Digitized by Google

Alors

$$\delta_x = 1{,}150 - 0{,}306\ x + 0{,}145\ x^2$$

et

$$d_x = 1{,}150 - 0{,}612\ x + 0{,}536\ x^2$$

Le minimum de densité

$$d = 0{,}9752$$

est chez la racine qui a servi aux calculs à 0,57 de la longueur totale x à partir de l'extrémité, c'est-à-dire à $11^{mm},4$ de la coiffe, car l'unité adoptée pour x était 20 millimètres.

L'observation ayant montré que les poils absorbants commençaient à se montrer sur cette racine à 12^{mm} on doit en conclure que le minimum de densité est, chez la racine secondaire aussi bien que chez la racine primaire, placé un peu en dessous des poils absorbants.

J'ai calculé les diverses valeurs de la densité vraie d_x pour des distances croissantes à partir de zéro et ne différant les unes des autres que de deux millimètres.

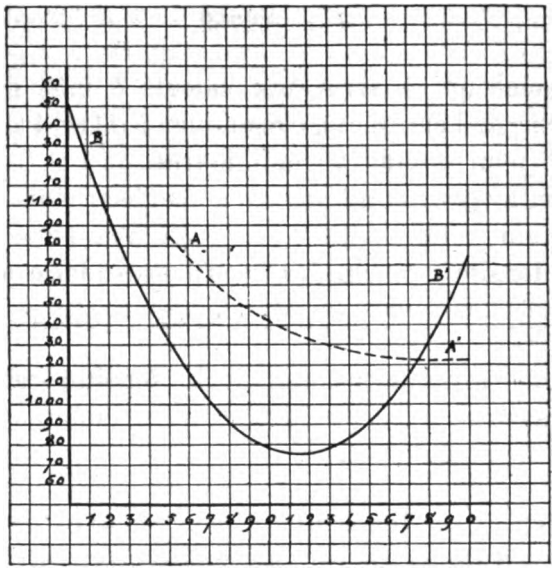
Densités vraies d_x des tranches successives et infiniment minces de la racine secondaire de la Fève.

DISTANCES A L'ORIGINE EXPRIMÉES EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS VRAIES d_x.
0	1,150
2	1,094
4	1,049
6	1,014
8	0,990
10	0,978
12	0,975
14	0,984
16	1,003
18	1,033
20	1,074

Digitized by Google

La figure 4 donne comme les précédentes en *AA'* la courbe des densités moyennes, en *BB'* celle des densités vraies.

Fig. 4.



Faba vulgaris. — Racine secondaire.

II.

Fulchironia senegalensis.

Le *Fulchironia senegalensis* est un palmier fort remarquable à une foule de points de vue, mais qui présente pour nous un intérêt tout particulier parce que ses racines sont les unes descendantes et les autres ascendantes. Il y avait en effet un réel intérêt à étudier la loi suivant laquelle la densité vraie varie dans l'étendue des unes et des autres et à comparer les résultats entre eux. Je commencerai par les racines normalement descendantes.

Digitized by Google

A

Racines secondaires descendantes du *Fulchironia senegalensis*.

Les racines secondaires descendantes du Fulchironia sont comparables aux racines primaires de la Fève et du Haricot pour la longueur de la partie non différenciée. J'ai déterminé avec soin la densité moyenne δ_x de plusieurs de ces racines qui m'ont été données dans un parfait état et ce sont les nombres qu'elles m'ont fourni qu'on trouvera dans le tableau ci-après :

Racines secondaires descendantes du Fulchironia senegalensis

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES δ_x.
1re Racine :	
20	1,013
10	1,020
5	1,037
2,5	1,050
2e Racine :	
20	1,025
10	1,027
5	1,046
2,5	1,075

On remarquera que les racines secondaires descendantes du *Fulchironia senegalensis* présentent des différences individuelles comme les racines de la Fève et du Haricot, mais que ces différences n'empêchent pas l'existence de cette loi générale que la densité moyenne croit régulièrement à mesure que le segment diminue de longueur.

Digitized by Google

Pour trouver la loi de la variation des densités vraies, j'ai pris les moyennes des densités et adoptant pour unité 20 millimètres, j'ai posé :

$$\begin{aligned} \delta_1 &= 1{,}019 \\ \delta_{\frac{1}{2}} &= 1{,}024 \\ \delta_{\frac{1}{3}} &= 1{,}063 \end{aligned}$$

et j'ai résolu le système

$$\begin{aligned} d_0 + \frac{1}{2}\,a + \frac{1}{3}\,b &= 1{,}019 \\ d_0 + \frac{1}{4}\,a + \frac{1}{12}\,b &= 1{,}024 \\ d_0 + \frac{1}{16}\,a + \frac{1}{192}\,b &= 1{,}063 \end{aligned}$$

J'en ai tiré :

$$\begin{aligned} d_0 &= 1{,}083 \\ a &= -0{,}344 \\ b &= 0{,}318 \end{aligned}$$

Alors

$$\delta_x = 1{,}083 - 0{,}172\,x + 0{,}106\,x^2$$

et

$$d_x = 1{,}083 - 0{,}344\,x + 0{,}318\,x^3$$

Le minimum de densité a lieu à la distance

$$x = 10^{mm},8$$

et sa valeur est

$$d = 0{,}9894.$$

Digitized by Google

J'ai calculé les densités vraies de millimètre en millimètre ; le tableau ci-dessous donne ces différentes valeurs de d_x.

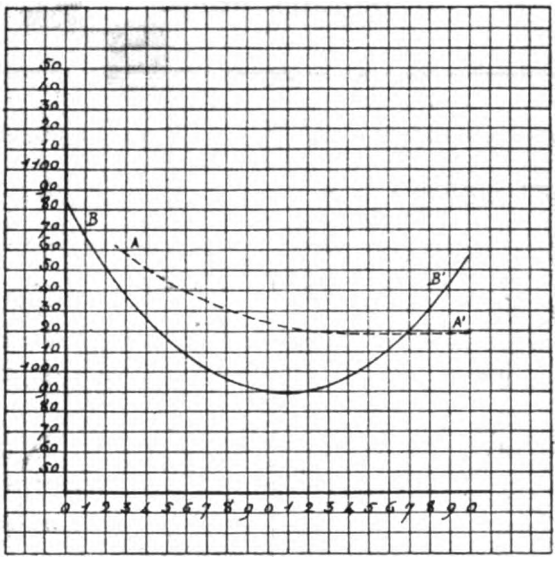
Racines descendantes du Fulchironia senegalensis.
Densités vraies.

DISTANCES MESURÉES EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS VRAIES d_x.
0	1,0830
1	1,0665
2	1,0517
3	1,0385
4	1,0271
5	1,0168
6	1,0084
7	1,0015
8	0,9962
9	0,9925
10	0,9900
11	0,9899
12	0,9910
13	0,9937
14	0,9980
15	1,0038
16	1,0113
17	1,0203
18	1,0309
19	1,0431
20	1,0570

Digitized by Google

La figure 5 donne en *AA'* la courbe des densités moyennes, en *BB'* celle des d_x.

Fig. 5.



Fulchironia senegalensis. — Racine descendante.

B

Racines ascendantes du *Fulchironia senegalensis*.

Les racines ascendantes du *Fulchironia senegalensis* se détruisent rapidement par leur extrémité quand elles sont dans l'air et une cavité vraisemblablement remplie de ce gaz remplace bientôt tout ou partie du tissu non différencié. On devra prendre des racines ayant leur coiffe en très bon état, encore sera-t-on exposé à faire des mesures inutiles puisque ce n'est qu'à la fin, en faisant les dernières coupes, que l'on sera sûr que la racine était saine.

Digitized by Google

Le tableau ci-dessous donne les densités moyennes des divers segments de deux racines ascendantes en parfait état.

Racines ascendantes du Fulchironia senegalensis.

LONGUEURS DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	DENSITÉS MOYENNES δ_x.
1re Racine :	
7	1,052
6	1,056
4	1,072
3	1,099
2	1,117
1,5	1,137
0,5	1,207
2e Racine :	
5,5	1,052
4	1,077
3	1,097
2	1,107
1,5	1,150
1,25	1,160
0,75	1,225

Les différentes valeurs de δ_x croissent d'une façon régulière, cependant le nombre 1,099 (1re Racine) trouvé pour un segment de 3 millimètres de la première racine est certainement trop fort, il doit y avoir eu imbibition.

J'ai pris pour calculer les constantes

$$\delta_1 = 1{,}072$$
$$\delta_{\frac{1}{4}} = 1{,}117$$
$$\delta_{\frac{1}{8}} = 1{,}207$$

Digitized by Google

et pour unité 4 millimètres. J'ai alors résolu le système

$$d_o + \frac{1}{2}\,a + \frac{1}{3}\,b = 1{,}072$$
$$d_o + \frac{1}{4}\,a + \frac{1}{12}\,b = 1{,}117$$
$$d_o + \frac{1}{16}\,a + \frac{1}{192}\,b = 1{,}207$$

et j'ai trouvé

$$d_o = 1{,}247714$$
$$a = -\,0{,}694285$$
$$b = 0{,}514285$$

Alors

$$\delta_x = 1{,}247714 - 0{,}34714\,x + 0{,}1714\,x^2$$

et

$$d_x = 1{,}247714 - 0{,}694285\,x + 0{,}514285\,x^2$$

La formule qui donne la densité vraie des tranches successives de la racine montre que cette densité passe par une valeur minima

$$d = 1{,}01339$$

à une distance $x = 0{,}675$ de l'extrémité, c'est-à-dire à $2^{mm},7$ du sommet.

Le calcul des densités vraies d_x fait de demi-millimètre en demi-millimètre permet d'en construire la courbe.

Racines ascendantes du Fulchironia senegalensis.
Densités vraies.

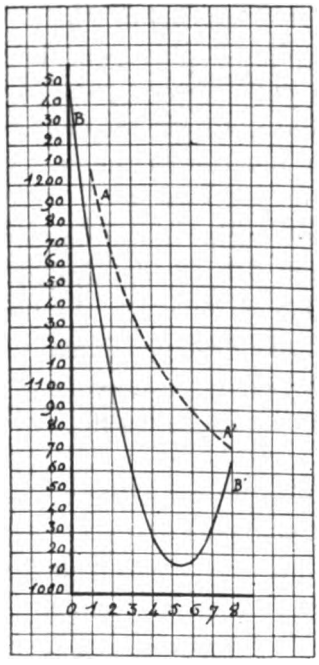
DISTANCES EXPRIMÉES EN 1/2 MILLIMÈTRES.	DENSITÉS VRAIES d_x.
0	1,24771
1	1,16906
2	1,10628
3	1,05967

Digitized by Google

DISTANCES EXPRIMÉES EN 1/2 MILLIMÈTRES.	DENSITÉS VRAIES d_x.
4	1,02913
5	1,01466
6	1,01626
7	1,03393
8	1,06770

La figure 6 donne, comme les précédentes, en AA' la courbe des δ_x, en BB' celle des d_x.

Fig. 6.



Fulchironia senegalensis. — Racine ascendante.

Quand on examine la courbe des d_x on voit que, tout en conservant la forme parabolique ordinaire, elle s'infléchit vers l'axe des x plus

Digitized by Google

vite que les courbes analogues obtenues précédemment avec les racines descendantes de la Fève et du Haricot, et même avec les racines descendantes du *Fulchironia senegalensis*. La cause en est évidemment dans le peu de longueur de la partie non différenciée qui dans la plupart des cas ne dépasse pas quatre ou cinq millimètres de longueur.

C'est la brièveté de la partie non différenciée qui explique pourquoi les bouts de racine qui ont un ou deux centimètres de longueur flottent verticalement la coiffe en bas : les parties différenciées renferment des vaisseaux et des méats, l'extrémité est constituée par un méristème à protoplasme dense. Mais à mesure qu'on raccourcit le segment en suspension, on le voit s'incliner de plus en plus sur l'horizon, puis finalement se renverser quand il n'a plus que la moitié du diamètre de la racine. A ce moment le centre de figure qui est au-dessus du centre de gravité est plus près de l'extrémité que celui-ci. Ainsi après s'être rapprochés l'un de l'autre, à mesure que le segment devenait de plus en plus petit, les centres de figure et de gravité ont fini par se superposer, puis par prendre une position inverse de celle qu'ils ont dans les racines ordinaires et même dans les racines ascendantes quand le segment a un ou deux centimètres de long.

Jamais on ne voit une racine naturellement descendante se renverser ainsi ; si court que soit le segment, il flotte la coiffe en bas. Sans vouloir empiéter sur ce qui sera dit plus loin, on peut penser que la direction prise par ces racines quand elles sont en suspension hydrostatique est la conséquence nécessaire de leur organisation, plus lourdes au bout qu'ailleurs, elles flottent fatalement la pointe en bas. Mais les racines ascendantes sont aussi plus lourdes à leur extrémité, ou plus exactement la densité vraie des cellules terminales est plus grande qu'un peu plus haut tout comme chez les autres racines, qu'est-ce donc qui est cause qu'elles flottent en sens inverse de celles-ci ? Nous verrons que c'est parce qu'elles se terminent par une calotte plus ou moins surbaissée, par une demi-sphère si l'on veut, et non par un cône. En attendant, ces remarques nous obligent à nous demander si l'on ne commet point une erreur, dont il faudrait tenir compte, en assimilant l'extrémité végétative des racines ascendantes à un cylindre. Le calcul montre que l'erreur est presque

Digitized by Google

négligeable vu l'incertitude qui règne nécessairement sur l'exactitude des nombres que l'on trouve quand on fait de semblables recherches.

On lira ci-dessous le tableau des densités vraies calculées de millimètre en millimètre et en supposant l'extrémité de la racine hémisphérique.

Quoique le minimum calculé dans ce cas

$$d = 1{,}072$$

soit un peu différent du minimum déterminé en supposant la racine cylindrique

$$d = 1{,}01339$$

la position de ces minima est la même, il est à 2 millimètres 6 dixièmes du sommet de la demi-sphère, à 2 millimètres 5 dixièmes de l'extrémité du cylindre.

Fulchironia senegalensis.

RACINES ASCENDANTES.

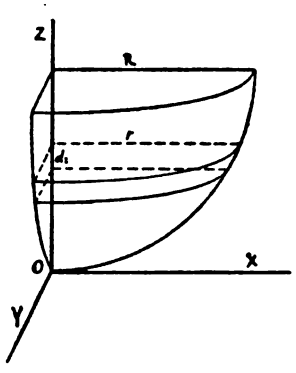
Densités vraies calculées en tenant compte de la forme hémisphérique de l'extrémité de ces racines (1).

LONGUEURS DES SEGMENTS EXPRIMÉES EN MILLIMÈTRES ET COMPTÉES A PARTIR DE L'EXTRÉMITÉ DE LA RACINE.	DENSITÉS VRAIES d_x.
$x = 0$	$d_0 = 1{,}266$
$x = 1$	$d_1 = 1{,}145$
$x = 2$	$d_2 = 1{,}082$
$x = 3$	$d_3 = 1{,}076$
$x = 4$	$d_4 = 1{,}128$

(1) Pour calculer les densités vraies en tenant compte de la forme de l'extrémité des racines, j'ai supposé que cette extrémité peut être assimilée à une demi-sphère. Appelant δh la densité

Digitized by Google

moyenne d'un segment de hauteur h, Dz la densité vraie d'une tranche infiniment mince d'épaisseur dz et située à une distance z du sommet, enfin r le rayon de la tranche on a :



$$\delta h = \frac{\int_o^h \pi\, r^2\, Dz\, dz}{\pi\, h^2 \left(R - \frac{h}{3}\right)}$$

$$r^2 = R^2 - (R - z)^2 = 2Rz - z^2$$

Posons

$$Dz = az + bz + cz^2$$

il vient :

$$\delta h = \frac{\pi \int_o^h (2Rz - z^2)(a + bz + cz^2)\, dz}{\pi\, h^2 \left(R - \frac{h}{3}\right)}$$

En intégrant et faisant les simplifications indiquées, on a

$$\delta h = a + b\,\frac{\frac{2}{3}hR - \frac{1}{4}h^2}{R - \frac{h}{3}} + c\,\frac{\frac{1}{2}h^2R - \frac{1}{5}h^3}{R - \frac{h}{3}}$$

Faisons successivement $h = 1$, $h = 2$, $h = 3$ et $R = 4$ on aura pour déterminer les trois constantes a, b et c les trois équations

$$a + \frac{29}{44}b + \frac{27}{55}c = 1{,}172$$

$$a + \frac{13}{10}b + \frac{48}{25}c = 1{,}117$$

$$a + \frac{23}{12}b + \frac{63}{15}c = 1{,}090$$

qui donnent

$$a = 1{,}266$$
$$b = -0{,}149$$
$$c = 0{,}0286$$

La substitution de ces constantes dans les diverses valeurs de δh conduit à une identité ; on a donc pour expression de la densité vraie :

$$Dz = 1{,}266 - 0{,}149\, z + 0{,}0286\, z^2$$

Le minimum de densité est alors à la distance z du sommet

$$z = \frac{0.149}{2 \times 0{,}0286} = 2^{mm},6$$

et sa valeur est

$$d = 1{,}072$$

La courbe des densités vraies ainsi calculées se superpose presque exactement avec celle qui a été tracée figure 6, c'est pourquoi je ne l'ai point figurée.

Digitized by Google

CHAPITRE III.

LA PESANTEUR ET LA FORCE CENTRIFUGE SONT SANS ACTION SUR LA DISTRIBUTION DU PROTOPLASME DANS LES CELLULES VÉGÉTALES.

La racine, descendante ou ascendante, se dirige comme elle le fait dans l'eau salée à cause de son organisation qui a placé son centre de figure plus haut que son centre de gravité ou inversement ; mais cette organisation ou plus exactement le groupement moléculaire qui en est la conséquence est-il dû à la pesanteur? en un mot la pesanteur intervient-elle dans la distribution du protoplasme de la cellule vivante ?

Je réponds non, *la pesanteur n'y est pour rien dans le court espace de temps que vit l'individu.*

Au premier abord il peut paraître singulier que l'on discute une pareille question et l'on imagine guère qu'elle puisse donner lieu à des observations et à des expériences. Mais en y réfléchissant on remarque que le protoplasme est sans cesse en mouvement : mouvements moléculaires dûs aux phénomènes d'assimilation et de désassimilation ; mouvements produits par la lumière, déplacements des grains de chlorophylle ; mouvements du noyau, mouvements des granules protoplasmiques si visibles dans les poils floraux du *Tradescantia virginica,* dans les poils urticants de l'Ortie et dans les cellules des Characées : dès lors pourquoi ne pas admettre que par un brassage naturel les substances les plus denses s'accumulent au bas des cellules suivant les lois ordinaires de la mécanique? et si la plante est dérangée de sa direction habituelle, quoi de plus naturel que de penser qu'il en doit fatalement résulter un nouveau groupement ayant pour effet d'orienter différemment la racine quand on la placera en suspension hydrostatique? Cette idée que la pesanteur pourrait bien intervenir dans la distribution du protoplasme n'est

Digitized by Google

donc pas si naïve qu'elle le paraît et ceux qui l'admettent la partagent avec bon nombre d'histologistes, notamment avec M. le Dr Fayod (1) qui, cherchant à expliquer les courbures des jeunes racines en a vu la raison dans l'accumulation, sous l'influence de la pesanteur, des matières protoplasmiques les plus denses à la partie inférieure des racines, et, en a conclu au raccourcissement nécessaire des spirospartes et des spirofibrilles qui serait ainsi la cause médiate du phénomène.

Je n'admets pas cette idée et je ne souscris pas aux conclusions de M. le Dr Fayod, et voici pourquoi. Si la pesanteur avait une action sur la distribution du protoplasme dans la cellule, toutes les fois que l'embryon se forme la coiffe en haut la radicule devrait avoir une densité moindre que la gemmule, en tous cas dans chaque cellule le centre de gravité devrait être en dessous du centre de figure : la plantule débarrassée de ses cotylédons aurait en suspension hydrostatique sa radicule en haut sa gemmule en bas et quand on placerait séparément radicule et gemmule dans l'eau, chacune d'elles devraient avoir la direction qu'elles avaient dans l'embryon. Or cela n'arrive jamais. Toujours la jeune plantule flotte verticalement la radicule en bas ; toujours la gemmule isolée dirige sa pointe vers le zénith, toujours la radicule a sa coiffe orientée vers le bas. L'orientation de l'embryon est donc sans influence sur la densité moyenne de ses membres aussi bien que sur la position relative des centres de gravité et de figure des cellules qui les composent. D'après les expériences que j'ai citées au commencement de ce Mémoire on aurait pu d'ailleurs s'attendre à cette conclusion : je ne me suis jamais préoccupé de savoir quelle avait été l'orientation des Fèves et des Haricots que j'achetais chez le marchand, ce qui ne m'a pas empêché de constater que pour chacun d'eux l'embryon reste toujours en suspension hydrostatique comme il pousserait plus tard, la racine en bas, le bourgeon terminal en haut ; la gemmule et la radicule séparés de la plantule ont toujours flotté comme s'ils lui étaient encore adhérents, avec cette remarque que la densité moyenne de la gemmule est moindre que celle de la radicule.

(1) Voir Revue générale de Botanique du 15 mai 1891, p. 217 et suiv. *Structure du Protoplasma*, par M. V. Fayod.

Digitized by Google

On peut continuer à présenter d'autres objections à la conception de M. le Dr Fayod. Quand la graine germe, il arrive, cela dépend du hasard du semis, que la racine est forcée tout d'abord de pousser de bas en haut. Si on coupe cette jeune racine qui n'est pas encore assez longue pour se courber et si on la met dans l'eau salée, elle flotte la coiffe en bas, ce qui est évidemment contraire à toute idée d'un brassage protoplasmique amenant au bas des cellules les matières les plus lourdes.

On peut faire mieux : on emprisonne une racine dans un tube, tout en la mettant d'ailleurs dans des conditions de chaleur, d'humidité et d'aération convenables ; le tube l'empêche de se courber et la force à croître de bas en haut. La croissance en est ralentie, mais quand on vient à mettre dans la liqueur salée l'extrémité non différenciée de cette racine, on la voit encore flotter la pointe en bas, tout comme si elle avait grandi sans contrainte.

De ces observations je tire cette conclusion que la pesanteur est sans action sur la distribution du protoplasme pendant le temps relativement court qui s'écoule depuis l'organisation des cellules jusqu'à celui qui voit s'effectuer leur différenciation en tissus divers, lesquels fixent définitivement la plante dans la position précédemment occupée par les parties jeunes.

On est en droit de se demander néanmoins si ce n'est point plutôt à cause de sa faible intensité que par suite de la courte durée des phénomènes biologiques qui se passent dans les cellules en voie d'accroissement que la pesanteur reste sans action actuelle. J'ai cru devoir recourir pour m'en éclairer à une autre force dont je pouvais augmenter ou diminuer à mon gré l'intensité : j'ai cherché si la force centrifuge ne pourrait point intervertir les positions relatives des centres de gravité et de figure de la racine. Recommençant les expériences de Knight et de Sachs, j'ai vu qu'une racine que l'on force à pousser en gagnant le centre de la roue, un bourgeon terminal qui s'éloigne suivant le prolongement du rayon n'en flottent pas moins dans l'eau salée, la racine la coiffe en bas, le bourgeon la pointe en haut, tout comme ils l'eussent fait s'ils avaient poussé dans les conditions ordinaires.

J'ai mis sur une roue dont l'axe était horizontal des pois en pleine germination. L'étroitesse du tube rempli de terreau où je les avais

Digitized by Google

placés forçait la racine à croître vers le centre après qu'elle s'était repliée au fond du tube. J'ai fait tourner cette roue nuit et jour avec une vitesse de 60 tours à la minute du 28 avril 1891 au 4 mai suivant, puis, à partir de ce jour et jusqu'au 11, avec une vitesse que je n'ai pas mesurée exactement mais qui dépassait certainement deux cents tours à la minute. Mes pois se sont parfaitement développés, et, quand j'ai mis fin à l'expérience, on pouvait affirmer sans erreur que les parties terminales s'étaient entièrement formées alors que la plante était sous l'influence de la force centrifuge. Néanmoins la racine et le bourgeon terminal se sont placés dans l'eau salée suivant la direction qu'ils auraient prise si la plante avait poussé dans un jardin (1).

Si la force centrifuge ne peut déterminer un groupement moléculaire nouveau du protoplasme cellulaire on me concédera volontiers qu'il doit en être *a fortiori* de même de la pesanteur. *La pesanteur, pendant la vie si courte des cellules végétales, est sans action sur la distribution du protoplasme.* Ce que nous observons est la résultante d'une adaptation lente de l'être au milieu qu'il habite, mais telle que nous la connaissons la plante, qui forme par des procédés à elle son protoplasme, le distribue, suivant les nécessités de sa vie, sans avoir égard à la pesanteur et souvent malgré cette force. Quand la racine est organisée, si les circonstances le permettent, la pesanteur l'oriente comme elle le ferait pour un corps inerte, sans que la plante y soit pour rien, et suivant les lois générales de la mécanique.

(1) Ces expériences ont été faites au Laboratoire de la Station agronomique du Calvados dont le Directeur, M. le Dr Louïse, m'a gracieusement ouvert les portes.

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

2° Loi (Loi des flexions).

LA COURBURE DE LA RACINE SE FAIT, QUAND ON L'ÉCARTE DE SA DIRECTION HABITUELLE, AU POINT DE MOINDRE RÉSISTANCE A LA FLEXION.

Lorsqu'on place horizontalement une racine primaire déjà développée on observe, au bout de quelque temps, qu'elle se courbe en un point qui est situé en dessous des poils absorbants. Ce point coïncide chez cette racine à peu de choses près avec celui où, d'après les mesures que j'ai faites, il existe un minimum de densité. Il est par conséquent naturel d'en conclure *a priori* que là où se trouve le minimum de densité il y a un minimum de résistance à la flexion. L'étude que j'ai faite de la loi des flexions dans les racines secondaires montre que cette conclusion est erronée et qu'il y a indépendance absolue entre la position du minimum de densité vraie et celle du coefficient d'élasticité.

Dans l'exposé de mes recherches je commencerai par dire comment j'ai opéré, je donnerai ensuite les tableaux des mesures que j'ai faites et, construisant la courbe des coefficients d'élasticité, je dirai dans quelles limites mes expériences sont exactes. Dans la seconde partie de ce mémoire on trouvera exposées tout au long les conséquences que l'on peut tirer de la position du minimum d'élasticité sur la direction des racines dans la terre et dans l'air.

Digitized by Google

§ 1. — Méthode opératoire.

Pour déterminer le coefficient de flexion ou d'élasticité (l'un et l'autre se disent) d'une barre métallique, on l'encastre par un bout en la plaçant horizontalement et l'on suspend à son extrémité libre un poids connu. A l'aide du cathétomètre on mesure le déplacement éprouvé par un trait délié tracé sur la base de la barre. Si l'on a besoin, et ce n'est pas ici le cas, d'une extrême précision on recourt à la méthode imaginée par Gauss pour mesurer les déviations des aimants. Je dis que ce n'est pas ici le cas parce que avec les racines on ne peut pas espérer obtenir des mesures qui soient toujours les mêmes quand on passe de l'une d'elles à une autre. Les différences individuelles qu'elles présentent suivant leur âge, leur état de turgescence, les conditions atmosphériques, etc., amènent forcément dans les mesures des variations bien supérieures aux erreurs que l'on peut commettre en observant directement au cathétomètre les déplacements du trait de repère : je n'ai donc jamais eu recours à la méthode de Gauss. Que peut-on en effet légitimement demander à des recherches de la nature de celles que j'ai faites? que l'on trouve la loi approchée de la variation des coefficients d'élasticité dans l'étendue de la jeune racine primaire ou secondaire, c'est-à-dire dans cette partie qui, étant seule apte à se courber, est seule aussi à déterminer la direction générale du membre de la plante, ou, si l'on aime mieux et pour rester dans les limites de cette première partie du mémoire, seule capable de subir l'action de la pesanteur. Je dirai plus, les lois suivant lesquelles les coefficients d'élasticité varient dans les racines primaires et secondaires sont si différentes que les erreurs qui ont pu être commises, qui ont été nécessairement commises dans les mesures, sont absolument sans valeur, parce que toutes les corrections qu'on leur pourrait apporter ne changeraient rien à la forme générale des courbes qui traduisent le phénomène, c'est-à-dire aux lois mêmes de ces variations, s'il était possible de les avoir exactement.

Je ne me suis occupé que de la racine primaire de la Fève et de ses

Digitized by Google

racines secondaires. Il est probable que si les mêmes recherches étaient étendues aux racines des autres plantes elles donneraient les mêmes résultats. En tous cas, voici comment j'ai fait :

Je fixe une Fève en pleine germination par ses cotylédons sur un chariot mobile ; je fais ensuite sortir horizontalement hors du support qui porte le chariot une longueur connue de la racine, je la fixe, et j'amène le fil horizontal du réticule de la lunette du cathétomètre au contact du trait de repère marqué au vernis noir sur le bout libre de la racine. Je place ensuite le poids tenseur, la racine se courbe et je mesure le déplacement vertical éprouvé en amenant à nouveau le réticule au contact du repère. J'enlève alors le poids, la racine se relève, et, déplaçant la lunette, je m'assure que je n'ai pas dépassé la limite d'élasticité. Alors je coupe le bout de la racine qui a servi à l'expérience, je relève le compresseur, et, poussant le chariot, je fais sortir libre hors du support une nouvelle longueur de racine égale à celle qui a servi à la précédente mesure. Je l'encastre et je procède aux mesures comme ci-dessus. En continuant ainsi, j'obtiens les flèches de flexion de segments de la même racine tous de même longueur et de plus en plus éloignés de la coiffe. Pour faciliter les calculs, j'admets que les segments sont tous de même diamètre, et, comme le poids tenseur est resté le même pendant toutes les expériences, rien n'est plus simple que de trouver les coefficients d'élasticité.

Appelons L la longueur de la portion de racine soumise à l'expérience, P le poids tenseur, r le rayon du cylindre constitué par la racine et δ le coefficient d'élasticité. On a pour en déterminer la valeur l'expression connue

$$\delta = \frac{4\ P\ L^3}{3\ f\ \pi\ r^4}$$

formule dans laquelle P, L et r sont des constantes tandis que f est donné par l'expérience.

Quand les différentes valeurs de δ correspondantes à celles de f sont connues, il est facile de trouver l'équation de la courbe des δ, de la tracer et de l'étudier. Mais avant de passer aux applications diverses de la méthode il est indispensable de montrer qu'elle conduit

Digitized by Google

à des résultats suffisamment approchés. J'espère qu'on en sera convaincu en lisant ce qui suit :

1° L'erreur que l'on commet en considérant la racine comme un cylindre est peu grave pour la racine primaire, elle a plus d'importance avec les racines secondaires, mais comme la courbe des coefficients de flexion ne changerait certainement pas de figure, s'il était tenu compte de la forme conique de ces dernières racines, il n'y a aucune utilité à compliquer les calculs. Les phénomènes biologiques qu'il s'agit de constater ne nécessitent pas une aussi grande exactitude ;

2° J'ai obtenu l'encastrement de la racine en la comprimant entre deux plaques de liège, préalablement entaillées, et au moyen d'un ressort en laiton assez fort pour empêcher la racine de bouger, assez doux pour ne pas écraser la partie non encore soumise à l'expérience ;

3° Je me suis servi pour fléchir la racine d'un poids formé par une carte lestée au moyen d'un grain de plomb et percée d'un trou triangulaire (le sommet en haut) à l'intérieur duquel j'engageais le bout de la racine.

Il est certain que la carte n'était pas toujours rigoureusement à la même distance de l'encastrement, mais les erreurs commises de ce chef n'ont pas dû être bien grandes, car j'ai constamment obtenu des mesures concordantes, et, en tous cas, elles n'ont pu modifier assez les résultats pour masquer les différences si caractéristiques que les racines primaires et secondaires présentent au point de vue de la flexion.

§ 2. — Détermination des coefficients d'élasticité aux divers points de la racine primaire de la Fève.

J'ai mis, pour faire mes expériences, des Fèves à germer entre des doubles de papier buvard préalablement imbibé d'eau et j'ai recouvert le tout avec une cloche afin de maintenir l'air à l'état de saturation et à une température constante.

Dans les tableaux qui suivent, la lettre *p* placée à la suite des nombres contenus dans la colonne intitulée *Indications du cathétomètre,* signifie que le tronçon de racine était soumis à l'action du

Digitized by Google

poids tenseur qui, pour toutes ces mesures, a constamment été de 555 milligrammes.

RACINES PRIMAIRES DE LA FÈVE.

Flèches de flexion des segments successifs égaux, et de $3^{mm},5$ de longueur, encastrés par un bout, et soumis par l'autre à l'action d'un poids de $0^{g},555$.

L = $3^{mm},5$ (POUR CHAQUE SEGMENT)	INDICATIONS DU CATHÉTOMÈTRE.	FLÈCHES (*f*) EXPRIMÉES en CENTIÈMES DE MILLIMÈTRE
1re Racine :		
1er segment	6811 6808 *p*	6
2e segment	6725 6721 *p*	8
3e segment	6711 6706 *p*	10
4e segment	6624 6621 *p*	6
2e Racine :		
1er segment	6724 6722 *p*	4
2e segment	6710 6706 *p*	8
3e segment	6635 6630 *p*	10

Digitized by Google

L = 3mm,5 (POUR CHAQUE SEGMENT)	INDICATIONS DU CATHÉTOMÈTRE.	FLÈCHES (*f*) EXPRIMÉES en CENTIÈMES DE MILLIMÈTRE
4e segment	6719 6715 *p*	8
5e segment	6734 6734 *p*	0
3e Racine :		
1er segment	6647 6644 *p*	6
2e segment	6708 6704 *p*	8
3e segment	6723 6717 *p*	10
4e segment	6616 6613 *p*	6
4e Racine :		
1er segment	6826 6825 *p*	2
2e segment	6829 6827 *p*	4
3e segment	6640 6637 *p*	6
4e segment	6822 6820 *p*	4
5e segment	6501 6500 *p*	2

Digitized by Google

$L = 3^{mm},5$ (POUR CHAQUE SEGMENT)	INDICATIONS DU CATHÉTOMÈTRE.	FLÈCHES (f) EXPRIMÉES en CENTIÈMES DE MILLIMÈTRE
5e Racine :		
2e segment	6702	4
	6700 p	
3e segment	6730	6
	6727 p	
4e segment	6946	2
	6945 p	
6e Racine :		
1er segment	6647	6
	6644 p	
2e segment	6708	8
	6704 p	
3e segment	6723	12
	6717 p	
7e Racine :		
2e segment	6541	4
	6539 p	
3e segment	6737	6
	6734 p	
4e segment	6732	16
	6724 p	
5e segment	6704	2
	6703 p	
6e segment	6720	0
	6720 p	

Digitized by Google

J'ai fait aussi quelques mesures sur des racines primaires de Fèves ayant germé dans la terre ; voici ce que j'ai observé :

RACINES DE FÈVES AYANT GERMÉ DANS LA TERRE.

Flèches de flexion *(f)*.

L = $3^{mm},5$ (POUR CHAQUE SEGMENT)	INDICATIONS DU CATHÉTOMÈTRE.	FLÈCHES *(f)* EXPRIMÉES en CENTIÈMES DE MILLIMÈTRE
1re Racine :		
1er segment	6811 6808 *p*	10
2e segment	6535 6522 *p*	26
3e segment	6628 6618 *p*	20
4e segment	6629 6627 *p*	4
2e Racine :		
2e segment	6827 6824 *p*	6

L'inspection des nombres compris dans ces tableaux montre que, s'il y a des différences individuelles souvent très grandes entre les racines au point de vue de la flexibilité, on peut dire cependant que c'est le troisième segment qui fournit la flèche la plus grande.

Après avoir recommencé une nouvelle série de mesures, prenant la moyenne de mes observations, il m'a semblé que le phénomène

Digitized by Google

peut être représenté par une racine qui aurait pour ses divers segments :

1er segment	$f_1 = 0^{mm}, 04$
2e segment	$f_2 = 0^{mm}, 08$
3e segment	$f_3 = 0^{mm}, 10$
4e segment	$f_4 = 0^{mm}, 06$

La longueur L de chaque segment étant de $3^{mm}, 5$, le poids tenseur $P = 0^{g}, 555$ et le rayon moyen $r = 1$ millimètre, il vient en remplaçant les lettres par leur valeur dans l'expression

$$\delta = \frac{4\ P\ L^3}{3\ f\ \pi\ r^4}$$

1er segment	$\delta_1 = 2,5$
2e segment	$\delta_2 = 1,26$
3e segment	$\delta_3 = 1,01$
4e segment	$\delta_4 = 1,68$

en multipliant les valeurs de δ par 100.

Prenant alors pour établir l'équation empirique de la courbe des δ le système :

$$\begin{aligned} a + b + c &= 2,5 \\ a + 3b + 9c &= 1 \\ a + 4b + 16c &= 1,7 \end{aligned}$$

j'ai trouvé pour les valeurs des constantes

$$\begin{aligned} a &= 4,7 \\ b &= -2,683 \\ c &= 0,483 \end{aligned}$$

L'équation de la courbe des coefficients d'élasticité est donc :

$$4,7 - 2,683\ x + 0,483\ x^2 = \delta$$

Cette équation qui vérifie les résultats obtenus par l'expérience,

Digitized by Google

montre que les valeurs des coefficients de flexion passent par une valeur minima

$$\delta = 0{,}9741$$

à une distance

$$x = 2{,}78$$

c'est-à-dire, à cause de l'unité adoptée ($3^{mm}, 5$), à la distance

$$x = 2{,}78 \times 3{,}5 = 9^{mm}, 721$$

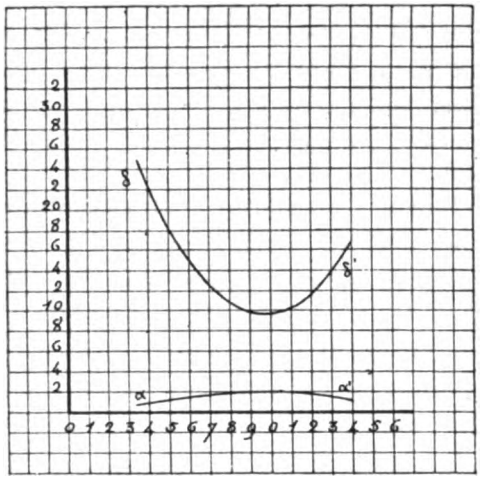
de la coiffe.

La racine primaire de la Fève qui se courbe toujours entre le 9e et le 10e millimètre, quand après avoir poussé de haut en bas on la met horizontalement, s'infléchit au point de moindre résistance à la flexion.

Remarque. — On a vu précédemment que la racine primaire de la Fève présente un minimum de densité à 13 millimètres de l'extrémité. Le minimum des valeurs du coefficient d'élasticité étant à $9^{mm}, 721$, on pourrait croire qu'il y a coïncidence des deux minima, à cause des erreurs volontairement ou involontairement commises dans les mesures qui restent toujours approximatives. On doit donc être tenté d'admettre que là où les tissus de la jeune racine sont le moins denses, là aussi est le point où il sera toujours le plus aisé de la courber. C'est à peu près vrai pour la racine primaire de la Fève, mais il ne faudrait pas se hâter de généraliser, car ce qui va suivre montrera qu'il y a indépendance absolue entre la densité des tissus et leur plus ou moins grande flexibilité : chez les racines secondaires, le minimum pour les coefficients d'élasticité est à l'extrémité même de la racine, c'est-à-dire au point où elles sont le plus denses.

Digitized by Google

Fig. 7.



Faba vulgaris. — Racine primaire.

$\alpha\alpha'$ Courbe des flèches de flexion.

$\delta\delta'$ Courbe des coefficients d'élasticité.

§ 3. — Détermination des coefficients d'élasticité aux divers points de la racine secondaire de la Fève.

Les racines secondaires qui ont servi à ces déterminations étaient toutes très jeunes et en parfait état au moment de l'expérience. Pour les avoir telles que je les désirais, j'avais fixé sur des fils de fer un certain nombre de Fèves en germination et je faisais plonger l'extrémité de leur racine primaire dans un verre rempli d'eau additionnée de traces de phosphate de chaux et de carbonate de potasse. Dans ces conditions les jeunes plantes se développent avec une extrême vigueur et les racines secondaires qui apparaissent bientôt croissent rapidement. Il est d'ailleurs bien entendu qu'une cloche recouvrait mes cultures qui se trouvaient ainsi dans une atmosphère chaude et humide. La présence de la vapeur d'eau est indispensable aux jeunes racines ; en très peu de temps, alors même que la racine primaire plonge dans le liquide nourricier, les racines secondaires cessent d'être rigides et se flétrissent si on enlève la cloche. Il en résulte une

Digitized by Google

réelle difficulté pour obtenir des mesures de flexion exactes : il faut aller vite, ne pas séparer les racines secondaires de la racine primaire qui elle même tient aux cotylédons, enfin verser de temps en temps avec une pipette une goutte d'eau sur la racine. Les observateurs qui sont assez heureux pour avoir un laboratoire à eux pourront faire ces mesures en enfermant la graine germée dans un appareil en verre présentant des glaces parallèles.

Ainsi qu'on va le voir, l'expérience montre immédiatement que l'extrémité des jeunes racines secondaires est excessivement flexible, si flexible même que très souvent il n'est pas possible pour en déterminer le coefficient d'élasticité de se servir du poids que l'on emploie, afin d'avoir un résultat sensible, avec les autres segments successifs de la racine. Aussi après avoir constaté cette grande flexibilité de la partie terminale chez un grand nombre de racines, j'ai cru bien faire de supprimer ensuite tout d'abord les deux premiers millimètres des racines en expérience et de ne commencer mes mesures qu'avec des parties plus résistantes. Je me suis mis ainsi à l'abri de la flascicité causée par le flétrissement rapide des racines secondaires placées dans l'air sec.

Le tableau ci-dessous contient une série de mesures qui indiquent tout de suite la loi du phénomène.

RACINES SECONDAIRES DE LA FÈVE.

Flèches de flexion des segments successifs encastrés par un bout et soumis par l'autre à l'action d'un poids tenseur pesant 0^{g},27.

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	INDICATIONS DU CATHÉTOMÈTRE.	FLÈCHES DE FLEXION exprimées en CENTIÈMES DE MILLIMÈTRE
1re Racine :		
2	6938 6918 p	40

Digitized by Google

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	INDICATIONS DU CATHÉTOMÈTRE.	FLÈCHES DE FLEXION exprimées en CENTIÈMES DE MILLIMÈTRE
3,5	6940 6930 *p*	20
2	6927 6920 *p*	14
2e Racine :		
2 enlevés		
3,5	6623 6614 *p*	18
3,5	6533 6531,5 *p*	3
3,5	6440 6439,5 *p*	1
3,5	6446 6446 *p*	0
3e Racine :		
3,5	6643 6620 *p*	46
3,5	6603 6600 *p*	6
3,5	6635 6634 *p*	2
3,5	6639 6639 *p* ou 6638,5 *p*	0 ou 1

Digitized by Google

LONGUEUR DES SEGMENTS EN MILLIMÈTRES.	INDICATIONS DU CATHÉTOMÈTRE.	FLÈCHES DE FLEXION exprimées en CENTIÈMES DE MILLIMÈTRE
4e Racine :		
2 enlevés		
3,5	6509 6501 p	16
3,5	6505 6503 p	4
3,5	6532 6531,5 p	1

J'ai calculé la courbe des coefficients de flexion d'une racine pour laquelle on aurait :

1er segment	de 2 millimètres de longueur.	. .	$f_1 = 43$
2e —	de 3mm, 5	— . . .	$f_2 = 17$
3e —	de 3mm, 5	— . . .	$f_3 = 3,5$
4e —	de 3mm, 5	— . . .	$f_4 = 1$

J'ai admis d'autre part que la racine est cylindrique et que son rayon $r = 0^{mm}, 5$. Portant ces valeurs dans

$$\delta = \frac{4 P L^3}{3 f \pi r^4}$$

j'ai obtenu

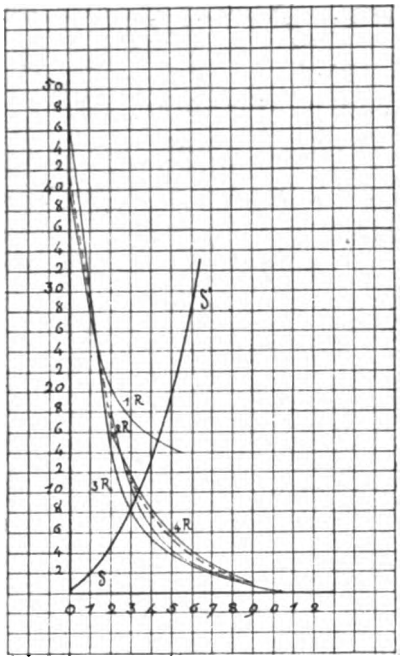
$$\delta_1 = 0,339$$
$$\delta_2 = 4,61$$
$$\delta_3 = 22,424$$
$$\delta_4 = 78,472$$

J'ai tracé (fig. 8) en $\delta\delta'$ la courbe des coefficients de flexion ; en 1 R, 2 R, 3 R et 4 R celles des flèches des diverses racines secondaires ;

Digitized by Google

en pointillé la courbe des flèches de la racine idéale qui a servi à calculer les coefficients de flexion.

Fig. 8.



Faba vulgaris. — Racines secondaires.

1 R, 2 R, 3 R, 4 R, Courbes des flèches de flexion de quatre racines secondaires.
En pointillé, Courbe moyenne calculée.
$\delta\delta'$, Courbe des coefficients d'élasticité.

Remarque. — L'examen des figures 7 et 8 montre immédiatement que pour savoir si une racine est primaire ou secondaire, il suffit de chercher où en est le point le plus facile à fléchir. Si c'est à une dizaine de millimètres de l'extrémité, la racine est primaire ; si c'est à l'extrémité même, elle est secondaire.

Juste retour des choses d'ici bas, le cathétomètre remplace ici avantageusement le microscope, comme le microscope a lui-même remplacé la triloupe du botaniste herborisant.

Digitized by Google

En résumé :

2e Loi (Loi de flexion)

La racine se courbe toujours, quand on l'écarte de sa direction naturelle, en un point déterminé, dont la position dépend de l'ordre de la racine, et qui présente un coefficient de flexion minimum.

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE.

COMME QUOI LA RACINE N'A PAS BESOIN DE SAVOIR OU EST LE CENTRE DE LA TERRE POUR SE DIRIGER COMME ELLE LE FAIT.

CHAPITRE I.

HYPOTHÈSES QUE L'ON PEUT FAIRE POUR EXPLIQUER L'ORIENTATION DES RACINES EN SUSPENSION HYDROSTATIQUE.

On a vu (1) que les expériences faites avec des racines en suspension hydrostatique conduisent nécessairement aux conclusions suivantes :

1° Chez les racines naturellement descendantes le centre de gravité est au-dessous du centre de figure ;

2° Chez les racines ascendantes il est en dessus, c'est-à-dire plus loin de la coiffe que le centre de figure ;

3° Chez les racines secondaires, orientées d'une façon quelconque, les deux centres de gravité et de figure sont très rapprochés, l'équilibre est presque indifférent et l'orientation dépend de la moindre cause occasionnelle.

Il me faut maintenant exposer les théories, ou si l'on veut les hypothèses, qui permettent d'expliquer cette orientation des racines. Je m'occuperai d'abord des racines naturellement descendantes.

(1) Première partie, ch. I, § 2, page 179.

Digitized by Google

RACINES DESCENDANTES.

§ 1. — Première Hypothèse.

Le protoplasme est plus dense au bas des cellules qu'en tout autre point.

La première hypothèse que l'on peut présenter pour expliquer l'orientation des racines naturellement descendantes est la suivante :

La racine peut être assimilée à une file linéaire de cellules dans lesquelles la densité croit de haut en bas.

On sait l'extrême circonspection avec laquelle il est permis d'étendre à des plantes pluricellulaires des faits constatés chez des plantes unicellulaires ou réciproquement. C'est sous le bénéfice de cette observation que je ferai d'abord remarquer que l'hypothèse qui consiste à admettre un accroissement de densité au bas des cellules pourrait trouver une justification dans ce fait bien connu qu'un filament de Vaucherie au sortir de sa spore est capable de présenter deux flexions en sens contraires afin de diriger une de ses extrémités vers la terre et l'autre vers le ciel. Il est clair que si la densité va en croissant de haut en bas dans l'étendue du filament de Vaucherie, l'orientation verticale de celui-ci, les courbures en sens inverse de ses extrémités, auront une explication mécanique simple et ne nécessiteront pas une connaissance du point où est le centre de la terre. Or, quoi qu'il arrive fréquemment que les Vaucheries se vident quand on les brise, on en peut cependant mettre en suspension dans l'eau des fragments encore remplis de leur protoplasme et s'assurer qu'ils ont une réelle tendance à prendre la direction verticale, l'extrémité intacte étant dirigée vers le haut, comme elle l'était avant l'expérience. Il en faut donc conclure que chez la Vaucherie il y a une différence dans la densité du protoplasme aux deux extrémités du filament et, *à cause des longueurs variables des fragments mis en expérience,* que la densité croit de haut en bas chez cette plante unicellulaire.

Digitized by Google

Si, abandonnant la Vaucherie, nous revenons aux plantes pluricellulaires, nous avons en faveur de la première hypothèse les observations de MM. Elfving et Wortmann qui ont constaté un épaississement du protoplasme sur la paroi inférieure des cellules à *géotropisme négatif,* c'est-à-dire des cellules de la tige. Il est probable qu'ils auraient pu faire la même observation avec les cellules de la racine. Je citerai à l'appui de cette remarque, une expérience que j'ai faite avec la partie courbe d'une racine de Fève qui avait été couchée horizontalement après avoir crû d'abord dans la direction normale et qui par suite s'était infléchie vers la terre. Quand on met dans l'eau salée cette partie courbe, sectionnée en dessus et en dessous de la courbure, elle flotte en conservant la même orientation que dans l'air : si ensuite on la coupe longitudinalement de façon à la séparer en deux moitiés l'une supérieure, l'autre inférieure, on voit facilement que ces moitiés gardent encore en flottant leur position relative, mais que la moitié convexe est moins dense que la moitié concave. Ainsi, dans une tranche prise en un point où la racine primaire est courbe, les cellules placées en bas ont une densité supérieure à celle des cellules qui sont en haut. Malheureusement si intéressante que soit cette constatation elle ne prouve pas que dans chaque cellule la densité croit de haut en bas.

Il est clair que si on admet cet accroissement, rien n'est plus facile que d'expliquer pourquoi la racine primaire flotte verticalement la coiffe en bas. Dans chaque cellule le centre de gravité est en dessous du centre de figure, d'où il suit que la racine toute entière est soumise à un système de forces de pesanteur qui, appliquées en des points placés plus bas que les centres de poussée, doit nécessairement orienter la racine comme on sait. Il y a cependant une objection que l'on peut faire et qui n'est pas sans valeur. En réalité, dans l'hypothèse que j'étudie, l'orientation qui dépend de la position du centre de gravité des cellules devrait être variable si une ou plusieurs cellules étaient coupées par le travers. Or il est indiscutable que lorsqu'on coupe une racine, on ne peut pas faire passer le rasoir uniquement entre les cellules, bon nombre d'entre elles sont forcément entamées et par conséquent la direction du segment de racine devrait dépendre des hasards de la coupe : cela n'est pas. Toujours un segment de racine primaire naturellement descendante flotte la

Digitized by Google

coiffe en bas quelle que soit sa longueur (1), que la section soit perpendiculaire, oblique ou même longitudinale. On peut répondre, il est vrai, que si l'extrémité que l'on vient de couper présente nécessairement des cellules intactes et d'autres qui sont coupées à des hauteurs variables, le tout doit néanmoins se comporter comme si aucune cellule n'avait été entamée, parce que le protoplasme des cellules coupées se répand dans le liquide salé.

En admettant cette réponse comme suffisante, en croyant comme plusieurs physiologistes à une densité du protoplasme plus grande au bas des cellules qu'au haut, il n'en reste pas moins difficile d'attribuer l'orientation de la racine à la seule densité variable d'un point à un autre dans chaque cellule, parce que les forces qui dirigent l'ensemble (toute la partie jeune de la racine) sont d'une faible intensité. Il faut donc voir si une seconde hypothèse, qui n'exclue pas du reste le bien fondé de la première, ne pourrait pas donner une explication plus certaine du phénomène.

§ 2. — Deuxième Hypothèse.

L'orientation des racines descendantes est due à la grande densité des cellules terminales.

La seconde hypothèse qui se présente immédiatement à l'esprit pour expliquer la direction verticale descendante des racines primaires est basée sur cette opinion, courante depuis longtemps, que les cellules terminales ont un protoplasme plus dense que les autres cellules (2).

Il y a déjà longtemps que les histologistes ont remarqué que le protoplasme des cellules voisines de la coiffe est très réfringent ; ils en ont conclu qu'il est très dense. En l'absence de toute autre preuve, la conclusion est un peu hâtive : j'ai voulu voir si elle est vraie. J'ai

(1) Voir page 179.

(2) Je remercie M. Delage, le savant professeur de la Sorbonne, qui, n'admettant pas que la densité plus grande au bas des cellules que dans le haut puisse avoir une influence suffisante sur l'orientation des racines, m'a vivement encouragé à poursuivre mes recherches et à étudier les conséquences auxquelles la seconde hypothèse pourrait me conduire.

Digitized by Google

mis l'extrémité d'une jeune racine primaire de Fève, garnie de sa coiffe, en suspension dans l'eau salée : je l'ai retirée, je l'ai coupée en deux, et j'ai remis aussitôt les deux bouts dans le même liquide salé. Le bout terminal, celui qui porte la coiffe, est tombé immédiatement au fond du vase ; l'autre est venu flotter à la surface. Le premier est plus dense que le second : chacun d'eux a une densité autre que celle de l'ensemble.

A cause de l'instantanéité du phénomène on ne peut présenter aucune objection aux conclusions que je tire de l'expérience. Si la descente au fond du vase avait lieu après quelques minutes, on pourrait dire que l'imbibition en est la cause : encore faudrait-il expliquer comment il se fait que c'est le bout terminal, qui n'a qu'une seule face de section, qui tombe le premier, et dire aussi pourquoi le phénomène est indépendant des longueurs relatives des segments. L'eau salée pénètre en effet très vite dans les tissus des jeunes racines, et un segment qui flotte dans un liquide de densité connue finit bientôt par tomber au fond du vase. Il faut alors augmenter la densité du liquide salé pour faire flotter à nouveau le bout de racine qui, après un temps plus ou moins long, retombe au fond. Il en faut conclure que la densité moyenne d'un segment de racine prend par imbibition des valeurs croissantes avec le temps.

Il n'était pas, pour les recherches que je poursuis, utile de déterminer la loi de cet accroissement ; je me suis donc contenté de le constater. Mais on voit qu'il est difficile de mesurer avec une exactitude absolue la densité moyenne des divers segments d'une racine qu'on fait flotter dans l'eau salée. Cette remarque aura son prix pour ceux qui recommenceront les déterminations que j'ai faites.

En résumé, il me semble actuellement prouvé que :

La densité moyenne est plus grande à l'extrémité de la racine que plus haut.

La constatation de ce fait suffit à expliquer l'orientation verticale, la coiffe en bas, des racines naturellement descendantes, primaires ou secondaires, mises en suspension hydrostatique. Nous allons voir cependant que le phénomène est plus complexe qu'il ne le paraît et que la forme de l'extrémité de la racine a sur sa direction dans l'eau

Digitized by Google

salée une influence décisive, quand la partie que l'on fait flotter au lieu d'être, à cause de ses dimensions, assimilable à un cylindre peut être comparée à un cône ou à une demi-sphère.

§ 3. — Racines ascendantes.

L'orientation hydrostatique de l'extrémité des racines dépend de la forme de cette extrémité.

On a vu précédemment que l'extrémité très courte (4^{mm}) des racines ascendantes du *Fulchironia senegalensis* flotte la coiffe en haut dans l'eau salée, alors que, et toujours, quelle que soit sa longueur, un segment de racine primaire de Fève vulgaire flotte la coiffe en bas. Cette observation est très curieuse, d'abord à cause de l'orientation anormale de ces racines, et ensuite parce que la densité moyenne suit chez les racines ascendantes la même loi que chez celles qui s'enfoncent verticalement dans la terre, et dont il semble elles devraient avoir la direction.

Quand on met dans l'eau salée l'extrémité d'une racine secondaire ascendante de *Fulchironia senegalensis,* le segment flotte la coiffe en bas s'il a un centimètre ou plus de longueur. Si on le raccourcit, il s'incline, et, quand il n'a plus que quatre millimètres, c'est-à-dire une hauteur égale ou peu inférieure à la moitié de son diamètre, il se renverse et flotte verticalement la coiffe en haut. L'examen attentif de la partie ainsi renversée montre qu'elle est la seule qui soit à l'état de méristème dans la racine ascendante, que tout le reste est fixé par des différenciations. On n'a donc pas à se préoccuper de la direction, facile du reste à comprendre, que prend un bout de racine ascendante long de un centimètre, mais il faut expliquer pourquoi la partie non différenciée flotte la coiffe en haut.

La première des hypothèses que j'ai étudiées dans ce chapitre, hypothèse qui permet d'expliquer immédiatement l'orientation en suspension hydrostatique des racines naturellement descendantes, est évidemment applicable aux racines ascendantes. Si dans chaque cellule le protoplasme est plus dense en bas qu'en haut, le centre de

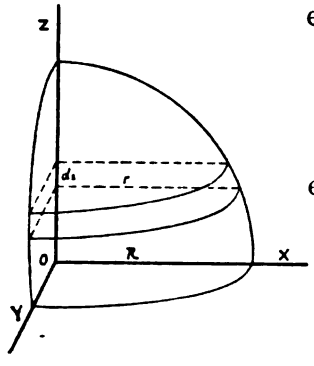
Digitized by Google

gravité est plus rapproché de la base de la calotte sphérique qui termine ces sortes de racines que le centre de figure, l'extrémité à l'état de méristème doit flotter la coiffe en haut. Mais alors les racines ascendantes ont dans chaque cellule une position relative des centres de gravité et de figure qui est, par rapport à la coiffe, inverse de celle que possèdent les mêmes centres chez les racines naturellement descendantes, et cette remarque ne laisse pas que d'avoir un grand intérêt puisqu'il n'est pas démontré qu'une racine ascendante ne doit pas sa direction à un hasard de naissance qui l'a fait sortir de bas en haut du tronc du palmier et non de haut en bas.

Quant à la seconde hypothèse, elle semble bien être en opposition avec le renversement la coiffe en haut de l'extrémité des racines ascendantes du Fulchironia : comment concilier en effet ce renversement avec la grande densité connue des cellules terminales de ces racines ? — Il suffit pour s'en rendre compte cependant de remarquer que l'extrémité de ces racines est hémisphérique et non conique.

Le centre de gravité d'une demi-sphère homogène est aux $\frac{3}{8}$ du rayon perpendiculaire à la base : dans la calotte hémisphérique qui termine la racine ascendante du *Fulchironia senegalensis* le centre de figure est par conséquent à $1^{mm},5$ de la base. Nous allons voir que le centre de gravité en est à $1^{mm},49$, c'est-à-dire plus près de la base, et qu'en conséquence cette calotte doit flotter la coiffe en haut.

Appelons P le poids de la demi-sphère ; remarquons d'autre part que la densité vraie varie suivant une loi exprimée par l'égalité



$$D_z = a + bz + cz^2$$

On aura, puisque le rayon r de la tranche est donné par l'expression

$$r^2 = (R^2 - z^2)$$

$$P = \int_0^R \pi\,(R^2 - z^2)\,(a + bz + cz^2)\,dz$$

Digitized by Google

ou

$$P = \pi \int_o^R R^2 (a + bz + cz^2)\, dz - \pi \int_o^R (az^2 + bz^3 + cz^4)\, dz$$

On en tire

$$P = \pi R^2 \left[aR + \frac{b}{2} R^2 + \frac{c}{3} R^3 \right] - \pi \left[\frac{a}{3} R^3 + \frac{b}{4} R^4 + \frac{c}{5} R^5 \right]$$

ou

$$P = \pi R^2 \left[\frac{2}{3} a + \frac{1}{4} bR + \frac{2}{15} cR^2 \right]$$

D'autre part le moment de la demi-sphère est par rapport à sa base

$$\int_o^R z\, dp = \pi \int_o^R (R^2 - z^2)(az + bz^2 + cz^3)\, dz$$

ou

$$\int_o^R z\, dp = \pi R^2 \left[\frac{aR^2}{2} + \frac{bR^3}{3} + \frac{cR^4}{4} \right] - \pi \left[\frac{aR^4}{4} + \frac{bR^5}{5} + \frac{cR^6}{6} \right]$$

et en simplifiant

$$\int_o^R z\, dp = \pi R^4 \left[\frac{1}{4} a + \frac{2}{15} bR + \frac{1}{12} cR^2 \right]$$

Alors le centre de gravité est à une distance Z donnée par la relation

$$(\alpha) \qquad Z = R \frac{\frac{1}{4} a + \frac{2}{15} bR + \frac{1}{12} cR^2}{\frac{2}{3} a + \frac{1}{4} bR + \frac{2}{15} cR^2}$$

Digitized by Google

Tenant compte de la forme de l'extrémité des racines ascendantes du *Fulchironia* pour le calcul des constantes de l'équation qui donne la densité vraie à une distance z de l'extrémité, on a

$$\begin{aligned} a &= \quad 1{,}128 \\ b &= -\ 0{,}081 \\ c &= \quad 0{,}029 \end{aligned}$$

En substituant dans (α), il vient

$$Z = 1^{mm},49$$

Ainsi, alors que le centre de figure de la calotte hémisphérique qui termine une racine ascendante de *Fulchironia* est à $1^{mm},5$ de sa base, le centre de gravité n'en est qu'à $1^{mm},49$, c'est-à-dire plus près : la demi-sphère doit par conséquent flotter nécessairement la coiffe en haut. La forme, malgré la loi connue d'accroissement de la densité, détermine l'orientation. En est-il de même pour les extrémités très courtes des racines naturellement descendantes ? flottent-elles la coiffe en bas parce qu'elles sont coniques ? — Afin de le savoir prenons comme exemple la racine primaire de la Fève vulgaire, racine que j'ai particulièrement étudiée et pour laquelle la loi de variation de la densité est établie avec une grande exactitude.

Soit :

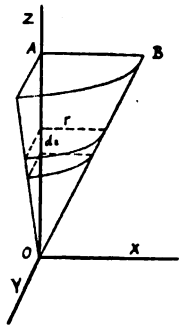
$$D_z = a + bz + cz^2$$

l'expression de la densité vraie d'une tranche infiniment mince, située à une distance z du sommet de la racine, et pour que la comparaison avec la racine ascendante du *Fulchironia* soit plus facile à saisir, cherchons la position du centre de gravité du cône qui forme l'extrémité de cette racine en le supposant d'une hauteur de 4^{mm}. A cette distance le rayon (rayon de base) est de 1^{mm} ; si donc on désigne par r le rayon d'une tranche quelconque infiniment mince située à une distance z, on aura :

$$\frac{r}{1} = \frac{z}{4}$$

Digitized by Google

Le poids P du cône sera :



$$P = \int_o^h \pi \frac{z^2}{16} D_z \, dz = \frac{\pi}{16} \int_o^h (az^2 + bz^3 + cz^4) \, dz$$

d'où

$$P = \frac{\pi}{16} \left[\frac{a}{3} h^3 + \frac{b}{4} h^4 + \frac{c}{5} h^5 \right]$$

D'autre part, le moment du cône est

$$\int_o^h z \, dp = \frac{\pi}{16} \int_o^h (az^3 + bz^4 + cz^5) \, dz$$

ou

$$\frac{\pi}{16} \left[\frac{a}{4} h^4 + \frac{b}{5} h^5 + \frac{c}{6} h^6 \right]$$

Le centre de gravité du cône de hauteur h, en tenant compte de la loi de variation de la densité vraie, est donc à une distance

$$(\beta) \qquad Z = \frac{\frac{a}{4} h^4 + \frac{b}{5} h^5 + \frac{c}{6} h^6}{\frac{a}{3} h^3 + \frac{b}{4} h^4 + \frac{c}{5} h^5}$$

Faisons $h = 4$, et calculant les valeurs des constantes a, b et c, valeurs qui sont

$$\begin{aligned} a &= \quad 1{,}141 \\ b &= -\ 0{,}02575 \\ c &= \quad 0{,}000625 \end{aligned}$$

substituons-les dans (β), on aura :

$$Z = 2^{mm}, 9$$

Digitized by Google

Le centre de gravité du cône est à $2^{mm}, 9$ du sommet, il est par conséquent plus loin de la base que le centre de figure : l'extrémité conique de la racine primaire de la Fève doit flotter la pointe en bas.

Ainsi le raisonnement et le calcul montrent que :

L'orientation, en suspension hydrostatique, de l'extrémité très courte des racines dépend de la forme de cette extrémité.

Ceci a-t-il une importance quelconque sur la direction d'un segment de racine long de plus de quatre millimètres ? — Je réponds : aucune.

Un segment de racine qui a un centimètre ou plus de longueur peut être assimilé à un cylindre terminé par un cône ou par une calotte sphérique, suivant que la racine est descendante ou ascendante : de là deux cas à examiner :

1° Une racine primaire, ou plus généralement une racine naturellement descendante, est terminée par un cône : partie cylindrique et cône, tous deux à l'état de méristème, ont l'une et l'autre leur centre de gravité plus près de la coiffe que le centre de figure ; il en est de même de l'ensemble qui doit fatalement flotter la pointe en bas.

Les deux hypothèses que j'ai étudiées aux paragraphes précédents rendent compte de l'orientation observée ;

2° Lorsque la racine est ascendante, tout segment long de plus de quatre millimètres, comprend une partie cylindrique différenciée et et une partie terminale hémisphérique seule à l'état de méristème : le segment n'est donc point un bout de racine jeune et c'est à tort qu'on voudrait le comparer à un segment de même longueur pris sur une racine naturellement descendante. La direction verticale la coiffe en bas de pareils segments s'explique facilement par la présence des méats remplis de gaz qui se trouvent dans la partie différenciée, c'est-à-dire dans le cylindre. Mais cette direction inverse de celle que prend la calotte hémisphérique terminale n'a aucune importance pour celui qui cherche à trouver la cause de l'orientation des racines dans la nature. Cette cause ne peut exister que dans la partie très jeune, encore à l'état de méristème, celle que j'ai toujours exclusivement étudiée, et qui seule est apte à se courber.

Digitized by Google

En résumé les deux hypothèses qui sont étudiées dans ce chapitre peuvent l'une et l'autre expliquer les phénomènes observés quand on met des segments de racine en suspension hydrostatique. Mais la première exige une disposition inverse pour les centres de gravité et de figure des cellules suivant que les racines sont descendantes ou ascendantes. De plus il n'est pas encore suffisamment démontré qu'il y ait réellement un épaississement du protoplasme au bas des cellules. Enfin rien ne prouve que la direction d'une racine ne soit pas due aux hasards de sa naissance, auquel cas l'inversion des centres de gravité et de figure ne serait pas une cause mais un effet, ce ne serait pas elle qui déterminerait la direction de la racine vivante, elle serait au contraire la conséquence de cette direction.

La seconde hypothèse ne préjuge rien, elle a pour elle l'appui de l'expérience ; elle explique facilement la direction des segments de racine descendante et elle n'est point en opposition avec les faits observés sur les terminaisons très jeunes des racines ascendantes, si l'on tient compte de la loi de la variation de la densité dans l'étendue de la jeune racine et de la forme spéciale qu'elle a.

La première hypothèse est admissible, mais son exactitude n'est pas démontrée.

La seconde hypothèse est vraie, son exactitude est prouvée par l'expérience ; elle explique la plupart des faits observés et elle n'est en opposition avec aucun de ceux que l'on connaît.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

LES RACINES DANS LA NATURE.

Après avoir constaté que les racines en suspension hydrostatique ont précisément la direction qu'elles possèdent dans la nature vivante, il me reste à chercher si les lois générales qui régissent le monde physique, et qui sont tout aussi bien applicables aux racines qu'aux autres êtres, ne les dispensent pas de savoir où est le centre de la terre et ne suffisent pas à les diriger par un automatisme mécanique, fatal et inconscient, les unes en bas, les autres en haut, en leur donnant toujours et suivant leur organisation une orientation subie et non voulue.

§ 1. — Racines primaires.

Le problème qui nous occupe serait facilement résolu si toutes les racines étaient comme celle des *Lemna* et des *Hydrocharis* en suspension dans l'eau. Ces racines flottent la coiffe en bas ; il n'en pourrait être autrement ; elles sont plus lourdes au bout qu'ailleurs, et, à cause du milieu où elles vivent, les lois de l'hydrostatique leur sont immédiatement applicables. La pesanteur suffit donc à expliquer pourquoi elles s'accroissent de haut en bas, et personne ne peut hésiter à dire que les choses ne peuvent être autres que ce qu'elles sont, étant connue la distribution du protoplasme dans ces racines. Si on les écarte de la verticale, véritables bâtons flottants lestés par le bout, ces racines y reviennent aussitôt que l'obstacle qui leur était opposé vient à disparaître : elles oscillent avec le flot qui les porte, et le calme les ramène à la perpendiculaire sans qu'elles aient besoin de courber leur extrémité comme les autres racines qui poussent dans l'air ou dans la terre.

Digitized by Google

Si l'on en excepte les graines que le semeur a répandues sur le sol et qu'il a ensuite recouvertes de terre, les graines sont d'ordinaire posées sur la terre quand elles viennent à germer et dans une position qui n'est pas toujours favorable au travail minimum.

Si la position de la graine qui germe est telle que sa radicule soit tournée vers le bas, elle croit sans effort dans la direction que les lois physiques lui assignent et jusqu'au moment où elle pénètre dans le sol l'observateur n'a rien de particulier à noter.

Mais il peut arriver, et nous avons vu qu'avec certaines graines cela arrive forcément (1), que la radicule soit obligée de pousser d'abord de bas en haut ou latéralement avant de prendre la direction qui sera celle qu'elle suivra par la suite. On remarque que dans ce cas son accroissement est plus lent que si elle a dès le début une direction verticale descendante, quelques fois même il arrive que le développement ne se continue pas, l'embryon meurt alors que les graines plus favorisées par leur orientation poussent avec une grande vigueur. Mais en général après avoir crû dans une direction temporairement anormale, et pour laquelle elles ne sont point organisées, elles se courbent, tournent leur coiffe vers la terre et alors grandissent rapidement.

La lumière, l'humidité et la pesanteur agissent toutes ensembles sur la racine pour la fléchir : j'ai dû chercher quelle est dans l'action de toutes ces forces la part qui revient à la pesanteur. Pour la déterminer il faut par une disposition convenable éliminer l'action des agents perturbateurs la lumière et l'eau, ou plus exactement se placer dans des conditions telles que la courbure observée ne puisse être attribuée qu'à la pesanteur. La racine peut en effet se développer dans une obscurité profonde, et c'est ce qui se passe quand elle pousse dans la terre, mais elle ne pourrait vivre sans humidité. On met des Fèves à germer entre des doubles de papier buvard ; de la sorte on les soustrait à l'action de la lumière tout en les laissant plongées de toutes parts dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, et, si elles se courbent, on peut admettre que c'est à la pesanteur qu'elles le doivent. Il y a cependant dans ce cas une remarque à faire. Quand on place horizontalement une racine déjà longue de

(1) Voir page 179.

Digitized by Google

quelques centimètres et qui antérieurement avait poussé dans la direction naturelle, c'est-à-dire de haut en bas, on observe qu'elle se courbe entre le 9e et le 10e millimètre, présentant ainsi une courbure qui relie deux parties rectilignes ; il n'en est pas tout-à-fait de même de la très jeune racine qui a d'abord été forcée de pousser de bas en haut. La flexion se produit presque dès l'extrémité et quand la racine prend la direction verticale descendante sa forme est celle d'une courbe parabolique. Je crois que cela tient à ce que la partie la plus apte à se fléchir est d'abord très rapprochée de la coiffe et qu'ensuite elle s'en éloigne. On sait d'ailleurs que la longueur de la partie non différenciée de la racine varie avec l'âge, avec les conditions d'existence, etc., il est donc vraisemblable qu'il en est de même de ses propriétés physiques. La position du minimum de résistance à la flexion varie, ce n'est pas douteux, avec l'espèce des plantes, avec l'ordre des racines, ainsi qu'on l'a vu précédemment ; il ne serait point dès lors surprenant qu'elle éprouvât pendant le cours de la vie du végétal, des déplacements qui l'éloigneraient de la coiffe avec le temps, et peut-être même des oscillations qui feraient que, plus éloignée de l'extrémité pendant la période de grande activité végétative, elle en serait plus rapprochée pendant le temps du repos, pendant la saison d'hiver. Il y aurait un réel intérêt à mesurer les coefficients de flexion aux diverses époques de l'année dans les racines primaires, car il serait alors possible de dire si ce qui existe chez les racines secondaires est un fait qui leur est particulier ou bien n'est qu'un cas d'un phénomène général à toutes les racines, les unes restant plus longtemps que les autres en un état qui correspondrait à la première jeunesse des racines. Pour moi je n'ose rien affirmer, mais si je m'en rapportais à certaines mesures, trop peu nombreuses malheureusement, prises au mois de septembre dernier, j'admettrais volontiers que la flexibilité de la racine primaire, d'abord grande à l'extrémité, diminue progressivement avec les progrès de la croissance de façon que le maximum de flexion s'éloignant de la coiffe finit par rester stationnaire en un point qui reste voisin des poils absorbants. Mais quoi qu'il en soit, il me semble difficile de ne point admettre après mes expériences que c'est la pesanteur qui détermine la courbure ; c'est tout ce que je voulais prouver.

Lorsqu'enfin la racine en se courbant est arrivée à sa direction

Digitized by Google

naturelle, on la voit croître de haut en bas, et bientôt rencontrer le sol. Je n'ai pas à expliquer comment elle s'y enfonce, mais comment elle y garde la verticale, ce qui est bien différent.

Si la racine était entourée d'une gaîne d'eau dans la terre, où elle pénètre, l'explication de son orientation serait la même que pour les racines flottantes. La disposition relative des centres de gravité et de figure, l'existence d'un point plus facile à fléchir que les autres suffiraient à tout expliquer et dispenseraient d'en dire plus long. Mais la racine n'est pas entourée, même à des instants éloignés les uns des autres, d'une couche liquide au sein de laquelle on la puisse regarder comme en suspension. J'ai mis dans du terreau bien tamisé des Fèves à germer ; elles se sont parfaitement développées dans ce milieu éminemment favorable, or jamais, à aucun instant, je n'ai vu les racines entourées d'une mince couche liquide, et cela, après des arrosages plus qu'abondants. Je ne crois donc pas qu'il soit possible de comparer une racine qui est dans la terre à une racine qui est en suspension hydrostatique.

Du reste il n'est point nécessaire de recourir à cette hypothèse pour comprendre comment il se fait que la racine qui a pénétré verticalement dans le sol ne peut faire autrement que de garder sa direction malgré les obstacles qu'elle rencontre dans son parcours. Entrée, je le répète, verticalement dans la terre parce que le poids de sa partie terminale a déterminé sa flexion vers le bas, la racine ne peut que continuer à descendre à moins qu'un obstacle insurmontable ne l'arrête. Plantons verticalement dans du terreau sec ou humide une baguette de verre étirée en pointe à son extrémité et plaçons sur sa partie libre un poids de deux à cinq grammes. A la moindre trépidation imprimée au parquet de l'appartement où se fait l'expérience, nous verrons la tige s'enfoncer de quelques centièmes de millimètre, et, si la baguette de verre est déjà suffisamment descendue, les trépidations les plus fortes ne la dévieront pas de la verticale et ne feront qu'accélérer son mouvement de descente. La racine qui a déjà pénétré à une certaine profondeur dans la terre, qui est logée dans un tube vertical auquel elle adhère fortement, qui ne peut remonter de bas en haut, quelle que soit la pression que son extrémité exerce sur le fond, doit nécessairement descendre verticalement vers le centre de la terre. Si un obstacle se présente, la racine poussera obliquement,

Digitized by Google

mais elle tendra toujours à reprendre la verticale à cause du poids et de la flexibilité de sa partie terminale. Elle ne la reprendra pas immédiatement, aussitôt l'obstacle franchi, parce que ce n'est pas à son extrémité même qu'elle se courbe, ce qui la force à croître pendant un temps plus ou moins long dans une direction oblique avant de retrouver sa position naturelle.

On a dit, j'ignore pourquoi, que l'expérience qui consiste à forcer une racine de Fève à s'enfoncer dans le mercure est en opposition avec une explication mécanique de l'orientation des racines. Pour faire cette expérience on fait germer la Fève dans l'air humide, sa racine descend, rencontre la couche d'eau qui recouvre le mercure et enfin pénètre dans le métal. On pourrait en être surpris si l'on ignorait la pression que l'extrémité de la racine qui s'accroît est capable d'exercer sur le plateau d'une balance. Dans le cas qui nous occupe un calcul bien simple montre que le poids du mercure déplacé est toujours moindre que cette pression. On peut même dire qu'il est étrange qu'elle ne s'enfonce pas plus avant ; elle n'est pas au contact du mercure, car elle ne le mouille pas, elle est donc entièrement entourée par une gaîne d'eau, par un phénomène capillaire qui est un cas particulier de l'expérience de Pasteur ; mais cette eau est empoisonnée par les sels qu'elle dissout et c'est elle qui fait prématurément périr la racine. Ainsi ce n'est pas l'effort que le mercure fait sur elle pour la repousser à la surface qui empêche réellement la racine de s'enfoncer plus avant, c'est l'eau qui la tue avant que la poussée soit égale à la pression qu'elle est capable d'exercer de haut en bas quand elle est à l'état de vie active. On pourrait aussi remarquer que si l'on fait entrer la racine bien verticalement elle garde sa direction jusqu'à la mort, tandis que si elle pénètre obliquement, elle ne vient pas à la verticale parce que la composante des forces de pression et de poussée se rapproche de l'horizontale. Dans la terre, quand une racine a pris une direction déterminée, les formations secondaires la fixent dans l'état où elle est et la partie différenciée ne subit pas comme dans le mercure une pression de bas en haut tendant à la relever en même temps que l'extrémité à l'état de méristème. Tout au contraire les formations nouvelles fournissent à la partie non différenciée un point d'appui solide sur lequel celle-ci peut faire effort

Digitized by Google

pour se diriger comme elle doit le faire, c'est-à-dire conformément aux lois de la pesanteur et de la flexion.

§ 2. — Racines secondaires.

L'expérience a montré que chez les racines secondaires les centres de gravité et de figure sont très rapprochés, il en résulte qu'en suspension hydrostatique, ces racines sont dans un état d'équilibre presque indifférent. Nous allons voir qu'il est possible, en tenant compte de cette indifférence dans la stabilité et de la grande flexibilité de l'extrémité de ces racines, d'expliquer pourquoi certaines croissent horizontalement, d'autres obliquement, enfin quelques-unes verticalement de bas en haut.

Considérons d'abord les racines secondaires de la Fève que l'on fait pousser dans l'air humide. Pour qu'elles se montrent rapidement et qu'elle croissent vigoureusement, on dispose d'ordinaire les Fèves au-dessus d'un vase rempli d'eau, additionnée de traces de phosphate de chaux et de carbonate de potasse, et dans laquelle on fait plonger la racine primaire. Il faut évidemment recouvrir le tout avec une cloche. Dans ces conditions les racines secondaires qui naissent sur les côtés de la racine primaire, laquelle est verticale, sortent horizontalement. L'expérience montre qu'elles poussent rigides et droites, tout en s'inclinant légèrement vers l'eau du vase où plonge la racine primaire. Mais en opérant ainsi à la lumière et en dessus de l'eau, on soumet les jeunes racines à l'action de ces deux agents auxquels il faudrait les soustraire pour se rendre compte de ce que la pesanteur est capable de faire si elle agissait seule. On peut cultiver les racines dans l'obscurité, c'est ainsi qu'elles sont du reste dans la nature, mais on ne peut pas les priver d'eau. Il est cependant possible de les placer de façon à annihiler l'action perturbatrice de l'humidité, il suffit de les plonger entièrement dans l'eau. Après avoir fait pousser dans l'air humide, à la lumière ou dans l'obscurité, la chose est sans importance, des racines secondaires qui sont parfaitement droites mais légèrement inclinées vers l'eau de la cuve, on met la racine toute entière dans l'eau et on entoure la cloche d'un voile noir, ne laissant

Digitized by Google

à la lumière que la pousse feuillue. Dans ces conditions les racines sont dans l'obscurité, pas d'action directrice due à la lumière : elles sont d'autre part entourées d'eau, et par conséquent indifférentes à son action qui s'exerce dans tous les sens : seule la pesanteur continue à agir. Il est vrai que l'énergie avec laquelle elle tend à courber les racines est moindre que dans l'air à cause de la pression hydrostatique, mais cela n'empêche pas que si la pesanteur agit sur ces racines, quoique diminuée, son action se fera sentir à la longue. Eh bien ! on constate au bout de quelques jours que l'extrémité même des jeunes racines secondaires s'est légèrement courbée vers le bas. Cette courbure s'accentue avec le temps et comme elle ne comprend jamais que les parties les dernières formées, l'extrémité des racines a une forme parabolique qui la distingue, dans les premiers temps, de la racine primaire chez laquelle, la flexion se faisant toujours à une certaine distance de l'extrémité, on voit, au bout de peu de temps, quand elle est mise horizontalement, deux parties droites unies par une courbe.

Un mois plus tard on observe que :

1° Presque toutes les racines secondaires qui, par la façon dont la racine primaire a été plongée dans l'eau, ont été obligées de pousser de bas en haut, présentent une courbure terminale qui n'a que quelques millimètres de longueur, ce qui indique un accroissement très lent pour ces racines ;

2° Les racines secondaires qui sont appuyées contre le verre, sont restées droites quoique forcées de pousser verticalement de bas en haut ;

3° Chez plusieurs racines la courbure de l'extrémité ayant amené la coiffe en bas il s'en est suivi un accroissement rapide de ces racines dans une direction verticale descendante. Cet accroissement dépasse de plus de trente fois la longueur acquise dans le même temps par les racines qui se sont accrues de bas en haut ;

4° En mettant dans le liquide nourricier où les racines avaient grandi l'extrémité de ces mêmes racines, on les voit tomber au fond, mais les unes tombent la coiffe en bas, d'autres horizontalement, enfin quelques-unes la pointe en haut.

(Je ne sais pas si cette orientation variable est due à la direction prise par les racines pendant la vie ou à une autre cause).

Digitized by Google

De ces expériences il faut conclure que :

1° La pesanteur agit sur les racines secondaires entièrement plongées dans l'eau et malgré la poussée qu'elles éprouvent ;

2° La distribution de la densité dans l'étendue de ces jeunes racines suit la même loi que dans l'air ;

3° La direction verticale la coiffe en haut est cause d'un retard marqué dans l'accroissement des racines.

Il est difficile de dire quelle est la valeur de ce retard, même en comparant les accroissements des racines qui ont poussé dans la direction naturelle avec ceux que les racines ascendantes ont pris, parce qu'il semble y avoir pour les premiers un ralentissement qui pourrait provenir de ce que la traction sur les tissus due à la pesanteur est dans l'eau moindre que dans l'air.

4° Les racines secondaires se courbent dès l'extrémité.

On remarquera que cette dernière observation concorde exactement avec les mesures sur la flexibilité des racines qui montrent que c'est à l'extrémité même que les racines secondaires sont le plus flexibles.

D'autre part, comme la densité de la partie terminale non différenciée de la racine secondaire, partie qui est très courte, est sensiblement la même que celle du milieu au sein duquel elle est plongée, on s'expliquera que le moindre support, l'appui seul de la paroi du vase, suffit à maintenir droite l'extrémité des racines qui poussent de bas en haut et appuyées contre le verre de la cuve.

J'ai lu avec attention les observations de M. le Dr W. Pfeffer sur les racines secondaires. Il n'a point étudié la racine considérée comme un corps pesant et flexible, aussi quoique ses expériences lui aient permis de constater des faits qui sont en contradiction avec ceux qui sont relatés plus haut, il me sera permis de dire qu'ils ne prouvent rien contre mes observations parce qu'il ne s'est pas placé dans les mêmes conditions d'expérience. M. le Dr Pfeffer annule l'action de la pesanteur et non celle de la lumière et de l'humidité. C'est l'inverse

Digitized by Google

que je fais, j'annule l'effet de ces deux dernières forces pour ne conserver que l'action de la pesanteur. Ainsi on lit dans Planzenphysiologie (1) : « Les racines latérales radiées qui naissent horizon-« talement de la racine descendante de la Vesce et du Haricot « s'inclinent de façon à former chacune un angle différent. Les racines « qui naissent à la base de la racine et sur le membre hypocotylé « peuvent être horizontales ou même légèrement ascendantes, tandis « que les autres racines latérales de premier ordre descendent et « forment avec la racine principale un angle spécifiquement, indivi-« duellement variable d'après les circonstances extérieures. Cet angle « ordinairement ne dépasse pas 45°, mais très souvent il est plus « grand. Cet angle limite est plus petit que l'angle qui est propre à « ces racines quand elles poussent naturellement, si le géotropisme « est annulé par la fixation de la plante sur un axe horizontal qui « tourne lentement.

« Si on renverse les racines qui ont poussé dans les conditions « normales, de telle sorte que la pointe de la racine principale soit « tournée vers le zénith, les racines latérales subiront dans la partie « qui est susceptible de croissance une courbure géotropiquement « descendante de façon à former finalement un angle droit avec les « parties de cette même racine qui ne sont pas susceptibles de cour-« bure. — Quand on met la racine primaire dans une position horizon-« tale ou *autre*, les parties susceptibles de croissance viennent « toujours chez les racines latérales se placer de manière à former « l'angle limite déterminé. Les expériences montrent donc que ces « racines latérales ont, au point de vue physiologique, une structure « radiée et *que la pesanteur produit chez elles des courbures unique-« ment jusqu'à un certain angle limite.* Du reste cet angle diminue à « mesure qu'on augmente l'énergie de l'agent qui en est la cause, « comme Sachs l'a trouvé dans les expériences qu'il a décrites et pour « lesquelles la force centrifuge était trois ou quatre fois plus active « que la pesanteur. Il se peut qu'avec une force centrifuge suffisante « on obtiendrait un parallélisme absolu entre les racines latérales et « la force centrifuge. »

« *Le géotropisme des racines latérales est donc dû à ce fait que*

(1) Planzenphysiologie, zweiter Band (1881) p. 298 et suiv.

Digitized by Google

« *l'action de la pesanteur sur notre globe en atteignant l'angle limite*
« *est trop faible pour produire une plus forte courbure géotropique.* »

Mes expériences, faites dans des conditions différentes, alors que la pesanteur pouvait seule produire son effet, montrent que les racines latérales d'une racine primaire, qui a primitivement poussé dans la direction normale, et que l'on a placée dans l'obscurité au sein de l'eau la pointe en haut ne changent pas de direction dans la partie différenciée, mais qu'elles courbent leur extrémité jusqu'à l'amener dans une direction verticale descendante, ainsi qu'on peut le voir sur le dessin (fig. 9) qui accompagne ce mémoire et qui a été fait d'après nature sur une racine de Fève plongée, après développement normal, renversée dans l'eau et dans l'obscurité, pendant un mois. On y remarque en effet que toutes les racines latérales se courbent vers le bas, et que deux d'entre-elles, dont la courbure avait amené l'extrémité à la verticale se sont ensuite démesurément accrues par rapport aux autres, à tel point que leur coiffe est presque arrivée à toucher le fond du vase. Le même dessin montre que deux autres racines, placées plus près de l'origine de la racine primaire se sont également recourbées vers le bas, ont cru dans cette direction et rampent sur le fond. *Pour ces racines, l'action de la pesanteur leur a fait dépasser l'angle limite, et elle s'est trouvée suffisante pour produire non pas seulement une plus forte courbure géotropique, mais encore pour les amener au parallélisme, autrement dit à la verticale.*

Les conditions dans lesquelles j'ai opéré ne sont pas exactement celles dans lesquelles les racines latérales ont l'habitude de vivre, mais elles en sont plus rapprochées que dans les expériences du Dr Pfeffer. Aussi, quoique les travaux du savant professeur de Tubingue fassent justement autorité et soient universellement acceptés et enseignés, je suis autorisé à dire que :

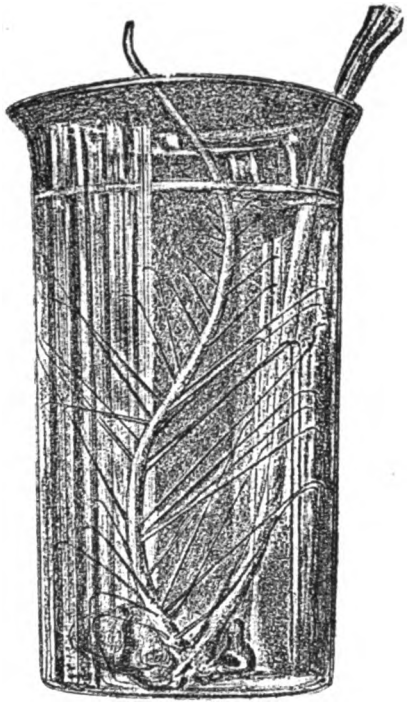
Dans l'obscurité, par conséquent dans la terre suivant toute vraisemblance, les racines latérales non soumises à l'action directrice de l'humidité, dirigent sous l'effort de la pesanteur, et de haut en bas, leur partie végétative et ne présentent point d'angle limite spécifique.

Il est permis de croire que si dans l'air, *à la lumière,* au-dessus de

Digitized by Google

l'eau, on n'obtient jamais un parallélisme complet des racines latérales avec la direction de la verticale, ce n'est pas parce que l'action de la pesanteur sur notre globe en atteignant l'angle limite est trop faible pour produire une plus forte courbure géotropique, mais parce que la lumière, source constante de forces vives, intervient dans le phénomène et par ses effets contrebalance l'action de la pesanteur et de l'humidité.

Fig. 9.



Aspect au bout d'un mois d'expérience d'une racine de Fève qui, ayant poussé normalement, a été placée renversée dans l'eau et dans l'obscurité.

Les observations qui précèdent s'appliquent à des conditions spéciales d'existence, les racines étaient entièrement plongées dans un liquide nourricier. Dans la terre, où elles vivent d'ordinaire, les racines ne sont point entourées par une gaîne liquide et on ne peut pas plus pour les racines secondaires que pour les racines primaires

Digitized by Google

admettre qu'elles sont jamais en suspension hydrostatique. Cela ne paraît pas du reste nécessaire pour expliquer comment elles conservent leur direction en s'accroissant. Capables de se courber seulement par l'extrémité et sur une longueur qui ne dépasse pas quelques millimètres, puis fixées par des formations ou modifications secondaires, les racines qui naissent horizontalement et qui sont appuyées sur le sol croissent d'abord dans la direction où elles sont nées, puis, suivant les obstacles qu'elles rencontrent, montent, descendent, vont à droite ou à gauche, mais finalement prennent une direction de plus en plus inclinée et finissent par descendre verticalement la coiffe en bas, comme les racines primaires.

Ainsi plusieurs causes mécaniques déterminent la croissance dite horizontale des racines secondaires. C'est d'abord la façon dont elles naissent : elles sortent perpendiculairement d'une racine qui est verticale. Si par hasard la racine primaire était horizontale, les racines secondaires croîtraient d'abord dans la direction que chacune d'elles avait au sortir de la racine primaire, puis s'infléchiraient à la longue jusqu'à prendre la verticale : seules les racines sorties de bas en haut auraient une existence éphémère et croîtraient moins vite que les autres. C'est ensuite la position relative des centres de gravité et de figure qui, déterminant un équilibre indifférent dans la partie seule apte à se courber, est cause que le moindre effort, le plus petit obstacle opposé à ces racines suffit pour leur faire prendre une direction déterminée. Enfin, c'est la faible longueur de la partie non différenciée et sa grande flexibilité qui lui permettent des changements rapides de direction suivant que la terre est plus ou moins meuble, que dans un sens elle peut croître plus facilement que dans un autre. En tous cas, ces racines dites horizontales, tôt ou tard suivant les plantes, finissent par descendre sous l'action de la pesanteur qui pour être faible n'en existe pas moins et, quand elles poussent verticalement de haut en bas, il semble que leur végétation en est augmentée, elles poussent à pas de géants.

§ 3. — Racines ascendantes.

Les racines ascendantes de certains palmiers, celles du *Fulchironia senegalensis* par exemple que j'ai particulièrement étudiées, méritent

Digitized by Google

des observations spéciales. Ces racines ne sont point identiques aux racines descendantes des mêmes arbres, leur partie non différenciée est plus courte, sa forme est celle d'une calotte surbaissée, celle des racines descendantes est plus grande, allongée et conique ; chez les racines ascendantes le centre de figure est plus près de l'extrémité que le centre de gravité, l'inverse s'observe chez les racines naturellement descendantes. Les racines ascendantes ont une vie éphémère, arrivées à l'air elles se flétrissent et se désorganisent même dans l'atmosphère humide et chaude de nos serres, les autres croissent vigoureusement et s'enfoncent profondément dans la terre.

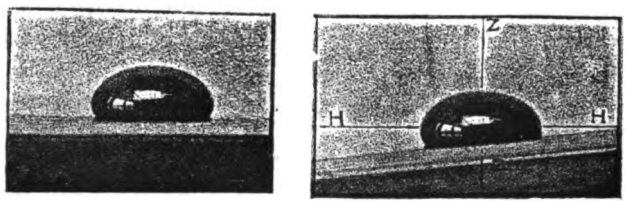
On a vu que l'extrémité des racines ascendantes flotte dans l'eau salée le sommet en haut : on sait que c'est une conséquence de leur forme hémisphérique. Est-ce leur orientation qui est la cause de leur organisation spéciale, ou bien est-ce leur organisation qui est cause de leur direction ? — Je suis obligé de dire que je n'en sais rien, mais qu'on peut néanmoins supposer, d'après ce que l'on sait des racines secondaires de la Fève, que c'est la direction suivie par ces racines qui est cause des particularités que présente leur organisation. Toutes les racines ascendantes du *Fulchironia* naissent en dessus des racines secondaires ou sur le tronc du palmier, jamais on ne voit une racine ascendante sortir en dessous d'une racine et se courber pour croître ensuite de bas en haut. D'après celà on conçoit que le peu de longueur de la partie qui est seule apte à se courber, la largeur très grande de la calotte terminale comparée à sa hauteur, la rapidité avec laquelle les modifications secondaires assurent la fixité et la rigidité de la racine désormais maintenue dans la position verticale ascendante, enfin la brièveté de la vie de ces sortes de racines qui ne leur permet pas d'atteindre une grande longueur expliquent suffisamment la direction extraordinaire suivie par les racines ascendantes du *Fulchironia senegalensis*. Ce n'est pas tout cependant, car on peut montrer que les lois physiques assurent à elles seules, et très suffisamment, le redressement des racines ascendantes si par hasard elles s'inclinent un peu et cela sans qu'il soit besoin de recourir à des propriétés mystérieuses que certains naturalistes attribueraient volontiers à la racine vivante et qui lui permettraient, quoique insensible, de savoir dans quelle direction elle doit pousser. Les tissus

Digitized by Google

très jeunes qui forment l'extrémité des racines ascendantes sont en effet en un état de plasticité assez grand pour que l'on puisse les comparer à une goutte liquide visqueuse. Or une semblable goutte présente toujours, quelle que soit l'inclinaison du support sur lequel elle repose, une partie supérieure à un plan équatorial horizontal HH' qui est symétrique par rapport à un axe vertical ZZ' passant par l'ombilic. La partie sous-équatoriale est rapidement fixée par les différenciations dont elle est le siège chez les racines ascendantes, ce qui fait que la portion sus-équatoriale est elle aussi vite ramenée, par les progrès mêmes de la végétation, à la condition d'une goutte semi-fluide reposant sur un support horizontal. A partir de ce moment la croissance doit nécessairement, s'il ne se produit aucun accident nouveau, se continuer verticalement et de bas en haut.

Les deux photographies insérées ci-dessous représentent la première *(a)* une goutte visqueuse obtenue avec de la cire à cacheter dissoute dans l'alcool et reposant sur un plan horizontal ; la seconde *(b)*, la même goutte placée sur un plan incliné. On voit que conformément à la formule de Laplace la partie sus-équatoriale est parfaitement symétrique autour d'un axe vertical ZZ' passant par l'ombilic.

Fig. 10.



a *b*

a Goutte de cire à cacheter dissoute dans l'alcool et reposant sur un plan horizontal.

b La même goutte sur un plan incliné.

Digitized by Google

CONCLUSIONS.

Les conclusions à tirer de ces recherches sont les suivantes :

1° Loi de direction.

La direction que prend dans la nature la partie jeune de la racine est celle qui correspond à sa position d'équilibre stable en suspension hydrostatique;

2° Loi de flexion.

La racine se courbe toujours, quand on l'écarte de sa direction naturelle, en un point déterminé dont la position dépend de l'ordre de la racine et qui présente un coefficient de flexion minimum;

3° L'orientation de l'extrémité d'une racine en suspension hydrostatique dépend de la forme de cette extrémité ;

4° Les lois de la pesanteur suffisent à diriger les racines suivant la verticale et à les y ramener quand elles s'en écartent.

Il n'est pas vrai de dire que la racine se dirige comme elle le fait parce que cela lui plaît ainsi : **telle qu'elle est organisée, la racine n'a pas besoin de savoir où est le centre de la terre pour se**

Digitized by Google

diriger suivant la verticale. La racine pousse de haut en bas parce que la pesanteur l'y sollicite et parce que c'est là sa position d'équilibre stable. Si on l'écarte de sa direction habituelle, elle y revient en se courbant sous l'action de son poids, en un point qui pour chaque ordre de racine est toujours le même parce que c'est toujours aussi celui où il lui est le plus facile de se fléchir.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

PRÉFACE 171

PREMIÈRE PARTIE.

LA RACINE CONSIDÉRÉE COMME UN CORPS PESANT ET FLEXIBLE.

CHAPITRE I.

§ 1. — Racines primaires. 175

§ 2. — Racines secondaires. 179

(Loi de direction).

La direction que prend dans la nature la partie jeune de la racine est celle qui correspond à sa position d'équilibre stable en suspension hydrostatique. 180

CHAPITRE II.

LOI DE LA VARIATION DE LA DENSITÉ DANS L'ÉTENDUE DE LA JEUNE RACINE.

§ 1. — Comment on peut déterminer la densité vraie aux divers points d'une jeune racine 181

§ 2. — Application de la méthode aux racines des divers ordres . 184

Racines primaires de la Fève. 184

— — du Haricot. 191

Racines suçoirs du Gui. 193

Racines secondaires de la Fève 195

— — du *Fulchironia senegalensis*. 198

A descendantes 199

B ascendantes 202

Calcul de la densité vraie aux divers points de la racine ascendante du *Fulchironia senegalensis* en tenant compte de la forme de l'extrémité de ces racines 207

CHAPITRE III.

LA PESANTEUR ET LA FORCE CENTRIFUGE SONT SANS ACTION SUR LA DISTRIBUTION DU PROTOPLASME DANS LES CELLULES VÉGÉTALES. 209

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

(Loi de flexion).

LA JEUNE RACINE SE COURBE TOUJOURS, QUAND ON L'ÉCARTE DE SA DIRECTION NATURELLE EN UN POINT DÉTERMINÉ DONT LA POSITION DÉPEND DE L'ORDRE DE LA RACINE ET QUI PRÉSENTE UN COEFFICIENT DE FLEXION MINIMUM 213

§ 1. — Méthode opératoire 214

§ 2. — Détermination des coefficients d'élasticité aux divers points de la racine primaire de la Fève 216

§ 3. — Détermination des coefficients d'élasticité aux divers points des racines secondaires de la Fève 223

DEUXIÈME PARTIE.

COMME QUOI LA RACINE N'A PAS BESOIN DE SAVOIR OU EST LE CENTRE DE LA TERRE POUR SE DIRIGER COMME ELLE LE FAIT.

CHAPITRE I.

HYPOTHÈSES QUE L'ON PEUT FAIRE POUR EXPLIQUER L'ORIENTATION DES RACINES EN SUSPENSION HYDROSTATIQUE 229

§ 1. — Première Hypothèse.

Le protoplasme est plus dense au bas des cellules qu'en tout autre point. . 230

§ 2. — Deuxième Hypothèse.

L'orientation des racines descendantes est due à la grande densité des cellules terminales 232

§ 3. — Racines ascendantes.

L'orientation hydrostatique de l'extrémité très jeune des racines dépend de la forme de cette extrémité. 234

CHAPITRE II.

LES RACINES DANS LA NATURE.

§ 1. — Racines primaires 241

§ 2. — Racines secondaires ordinaires 246

§ 3. — Racines secondaires ascendantes 252

CONCLUSIONS. 255

1775 — Caen, Imp. E. LANIER, 1 et 3, rue Guillaume-le-Conquérant.

Digitized by Google

CONTRIBUTIONS

A L'ÉTUDE DE LA

FAUNE JURASSIQUE DE NORMANDIE

1er MÉMOIRE

SUR LES TRIGONIES

PAR

A. BIGOT

CHARGÉ DE COURS A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN

COLLABORATEUR-ADJOINT DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

34

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUCTION.

De nombreux travaux ont été publiés sur les Trigonies fossiles ; cependant les géologues et les paléontologistes qui ont eu à s'occuper de la détermination de ces formes ont pu constater combien il est difficile d'arriver à une identification rigoureuse malgré les monographies d'Agassiz et Lycett et les rectifications auxquelles les descriptions de ces auteurs ont été soumises par M. Hébert et M. Munier-Chalmas. Ces difficultés tiennent à l'extrême variabilité des caractères des espèces dans chacune des sections, au peu de précision des premières descriptions et souvent à l'inexactitude des figures qui rendent presque impossible la fixation des formes types.

L'étude et la détermination des collections de la Faculté des Sciences de Caen nous a amené à nous occuper des nombreuses Trigonies des terrains jurassiques de Normandie. Ces espèces sont d'autant plus importantes que plusieurs des types d'Agassiz et de d'Orbigny proviennent précisément du Jurassique de cette région et que la comparaison avec nos Trigonies Normandes des formes anglaises décrites par Lycett ne peut se faire qu'après une révision soignée.

E.-E. Deslongchamps avait commencé cette étude, mais les notes qu'il a laissées, mises avec une grande complaisance à notre disposition, se bornent à des indications bibliographiques. Nous avons dû entreprendre de nouveau ce travail, en prenant pour les espèces nouvelles les noms qu'E.-E. Deslongchamps leur avait donnés dans sa collection.

Nous avons pu consulter un assez grand nombre d'ouvrages ; cependant nous n'avons pu avoir à notre disposition tous ceux où sont décrites des Trigonies ; nous ne pouvons donc nous flatter d'avoir donné pour chaque espèce une synonymie complète, mais

Digitized by Google

nous nous sommes attaché à bien fixer les types, laissant aux paléontologistes, mieux outillés au point de vue bibliographique, le soin de rétablir cette synonymie et de restituer, dans le cas d'erreur, aux espèces étudiées, le nom qui leur convient.

Les espèces Portlandiennes du Bray ont été exclues de ce travail ; les matériaux pour ce complément de notre travail nous font presque entièrement défaut et ces espèces ont d'ailleurs été bien étudiées par MM. Munier-Chalmas (1), de Loriol et Pellat (2). Ce mémoire ne comprend donc que les espèces Bajociennes, Bathoniennes, Oxfordiennes *(sensu lato)* et Kimméridiennes, qui ont fourni à notre étude une cinquantaine d'espèces. Nous n'avons eu à notre disposition aucune Trigonie du Lias de Normandie, bien qu'E.-E. Deslongchamps signale à Landes-sur-Drôme toutes les espèces qui accompagnent la *Tr. pulchella* dans le Lias supérieur de l'E. de la France (3).

Les matériaux que nous avons étudiés appartiennent en grande partie aux collections de la Faculté des Sciences de Caen ; nous devons de très vifs remerciements à MM. Gaudry et Fischer qui nous ont communiqué les types décrits par d'Orbigny dans le Prodrome, à MM. Douvillé, Munier-Chalmas, Lennier, Bizet, qui nous ont adressé de nombreux types. Nous tenons à remercier spécialement Madame Deslongchamps qui a bien voulu nous confier de très nombreux échantillons et mettre à notre disposition les notes et la bibliothèque de notre regretté prédécesseur.

(1) Bull. Soc. Linn. Norm., t. IX, p. 415, 1865 et Bull. Soc. Géol. Fr., 3e série, t. X, p. 494, 1882.
(2) Mém. Soc. Linn. Norm., t. XVI, 1872.
(3) Ét. sur Ét. jur. infér. Normandie, p. 83.

Digitized by Google

GÉNÉRALITÉS.

GENRE TRIGONIA, Bruguière.

Coquille close, équivalve, très inéquilatérale, trigone, carrée ou orbiculaire, nacrée intérieurement. Crochets antérieurs, courbés en dedans et en arrière. Ligament externe et postérieur. Chaque valve est presque toujours divisée suivant sa largeur en deux parties, présentant généralement une ornementation différente, l'antérieure ornée de côtes ou de tubercules. Charnière portant à la valve droite deux fortes dents divergentes, striées transversalement, à la valve gauche trois dents également striées dont la médiane est bifide. Impression musculaire antérieure placée sur le plateau cardinal et plus petite que l'impression postérieure. Ligne palléale entière.

La forme de la coquille des Trigonies est assez variable et cependant presque toutes les espèces ont un air de famille qui permet aux géologues les plus inexpérimentés de reconnaître un représentant de ce genre. La coquille est tantôt sub-trigone, l'extrémité postérieure étant tronquée et le bord postérieur formant avec le bord palléal un angle plus ou moins ouvert, quelquefois prolongé en rostre ; tantôt la coquille est tronquée en arrière comme en avant et sa forme devient carrée ; les espèces de la section des *Pectinatæ* sont presque orbiculaires.

Dans la plupart des espèces, à l'exception de quelques-unes appartenant au groupe des *Glabræ* et des *Pectinatæ,* la surface de chaque valve est nettement partagée en deux parties, présentant une ornementation différente, l'une antérieure, l'autre postérieure, inclinées l'une sur l'autre, et formant à leur rencontre un angle plus ou moins ouvert. A cet angle correspond ordinairement une crête allant du

Digitized by Google

crochet à l'angle postérieur et qui porte le nom de *carène marginale*. La portion de la valve comprise en avant de cette carène est le *flanc;* la partie située en arrière est l'*aréa*. L'aréa est limitée en arrière par une autre carène, dite *carène externe,* qui la sépare de l'*écusson,* présentant généralement une ornementation différente de celle de l'aréa et souvent faisant un angle avec elle. L'aréa présente généralement une crête médiane, dite *carène médiane,* allant du crochet au milieu du bord postérieur de l'aréa. L'ornementation de cette aréa est formée par des côtes rayonnantes, celle des flancs par des côtes ou des rangées de tubercules, disposées concentriquement. Le ligament, situé du côté postérieur, dans la partie supérieure de l'écusson, est relativement court, saillant, quelquefois conservé dans les formes fossiles.

La charnière des Trigonies forme un engrenage très serré. Elle se compose à la valve gauche d'une grosse dent triangulaire, saillante, échancrée à son bord inférieur ; ses deux faces antérieure et postérieure sont fortement cannelées de haut en bas ; cette dent est limitée en avant et en arrière par deux fossettes triangulaires, étroites, la postérieure plus étroite que l'antérieure ; la fossette antérieure est bordée en avant par une dent étroite, cannelée sur sa face postérieure ; la fossette postérieure est également bordée par une dent étroite, cannelée sur sa face antérieure. La charnière de la valve droite présente une disposition inverse : elle se compose de deux grosses dents latérales, obliques, fortement cannelées sur leurs deux faces, et limitant au milieu de la ligne cardinale un large espace triangulaire dans lequel se loge la dent médiane de la valve gauche. Aux dents latérales de cette dernière correspondent sur la valve droite deux fossettes allongées, placées du côté externe de chaque dent. L'impression musculaire antérieure est allongée, profonde, située sur le plateau cardinal, bordée dans sa partie supérieure par la dent antérieure ; l'impression musculaire postérieure est arrondie, moins profonde que l'antérieure, située en dehors du plateau cardinal. Elle est surmontée par une petite impression arrondie, correspondant à l'attache de l'adducteur postérieur du pied. La ligne palléale est entière. La surface interne du bord de la coquille dans la partie correspondant au bord postérieur de l'aréa présente deux larges dépressions, peu profondes, séparées par une crête mousse, et

Digitized by Google

répondant, la supérieure à l'orifice de sortie, l'inférieure à celui d'entrée.

La symétrie des deux valves n'est pas absolue dans la plupart des Trigonies. Dans les espèces de la section des *Clavellatæ,* les rangées de tubercules ne se correspondent pas d'une valve à l'autre, et présentent au voisinage du bord commissural antérieur une disposition alterne. Cette dissymétrie est encore plus frappante chez les *Costatæ*. Dans les espèces qui constituent cette section, la partie de l'aréa de la valve droite, comprise entre la carène marginale et la carène médiane, présente des côtes plus nombreuses et mieux marquées que la partie correspondante de l'aréa de la valve gauche ; la carène marginale de la valve droite est plus large que celle de la valve gauche et limitée en arrière par un sillon situé sur l'aréa ; la carène marginale de la valve gauche, plus étroite, est limitée aussi, mais du côté antérieur, par un sillon situé sur les flancs et qui empêche les côtes des flancs d'arriver jusqu'à cette carène. Dans une coquille dont les deux valves sont en rapport, les deux carènes ne se correspondent pas sur le bord palléal ; la carène de la valve droite correspond au sillon qui limite en avant la carène de la valve gauche ; inversement la carène de la valve gauche correspond au sillon qui limite en arrière la carène de la valve droite.

Le nom de *Trigonia* appliqué par Bruguière en 1791, au genre de Mollusques dont nous nous occupons, avait été employé antérieurement (1773) par Aublet pour désigner un genre de plantes de la Guyane. En 1823, Sowerby a fait ressortir ce double emploi et proposé de remplacer le nom de Bruguière par *Lyridon* que Bronn pour des raisons d'étymologie a changé en celui de *Lyriodon* (1836).

En 1878 M. Bayle (1) a figuré sous le nom de *Lyrodon* plusieurs espèces du groupe des *Costatæ* et sous celui de *Myophorella* (n. gen.) plusieurs *Clavellatæ*.

En suivant rigoureusement les règles de la nomenclature, le nom de *Trigonia* devrait être abandonné pour désigner le genre de Mollusques, mais nous nous demandons si cette modification qui ferait disparaître un nom bien connu n'aurait pas de plus graves

(1) Mém. de la Carte Géol. de Fr., t. IV.

Digitized by Google

inconvénients que la confusion impossible d'un Mollusque avec un arbrisseau.

L'adoption du genre *Myophorella* de M. Bayle pour les Trigonies du groupe des *Clavellatæ* et du genre *Lyrodon* pour les *Costatæ*, entraînerait la création de genres aussi nombreux que les sections établies par Agassiz et comprenant des espèces ne différant que par la forme et l'ornementation, mais dont l'économie est la même.

Les sections établies par Agassiz (1) sont au nombre de huit ; ce sont :

1° SCAPHOÏDEÆ, type : *Trigonia navis,* Lamk.
Jurassique, Crétacé.
2° CLAVELLATÆ, type : *Trigonia clavellata,* Sow.
Jurassique, Crétacé.
3° QUADRATÆ, type : *Trigonia dedalea,* Sow.
Crétacé.
4° SCABRÆ, type : *Trigonia scabra,* Lamk.
Crétacé.
5° UNDULATÆ, type : *Trigonia undulata,* Fromh.
Jurassique.
6° COSTATÆ, type : *Trigonia costata,* Sow.
Jurassique, Crétacé (très rare).
7° GLABRÆ, type : *Trigonia gibbosa,* Sow.
Jurassique, Crétacé.
8° PECTINATÆ, type : *Trigonia pectinata,* Lamk.
Actuel.

Lycett a porté le nombre de ces groupes à 9, par l'adjonction d'une section de BYSSIFERÆ, pour la *Tr. carinata,* Ag. du Néocomien (2).

M. Choffat (3) a proposé quelques modifications aux groupements admis par Agassiz, Lycett, et tous les paléontologistes.

Dans le groupe des SCAPHOÏDEÆ, M. Choffat signale une espèce du Jurassique supérieur (Lusitanien) du Portugal qui se distingue des

(1) Mémoire sur les Trigonies, p. 7, 1840.
(2) Mon. Brit. Foss. Trig. p. 11, 1872.
(3) Desc. de la faune jurassique du Portugal, Moll. lamellibranches : *Asiphonidæ*, p. 19, 1885.

Digitized by Google

autres *Scaphoïdeæ* par des plis vigoureux, ornant l'écusson et le corselet et donnant lieu à de gros tubercules sur les carènes. Dans le diagnose de ce groupe on devra donc intercaler le mot *généralement* dans les expressions : *corselet lisse,* et *carène marginale peu marquée.*

M. Choffat (1) sépare des SCAPHOÏDEÆ la *Trigonia duplicata* et quatre espèces voisines *(Tr. Beirensis,* Choffat ; *Tr. muricata,* Goldf. non auct. ; *Tr. Alcobacensis,* Choffat ; *Tr. Lusitanica,* Choffat) du Jurassique du Portugal, ne se rapprochant des Scaphoïdeæ que parce que leurs côtes postérieures sont parfois verticales, tandis que les autres caractères les en éloignent incontestablement. Ces formes sont rangées par M. Choffat dans les UNDULATÆ qui présentent accidentellement des côtes verticales.

Ce groupe des UNDULATÆ devient donc très hétérogène et passe à l'état de *caput mortuum* dans lequel on relègue des espèces dont l'ornementation est bien différente. Les unes, celles qui constituaient primitivement la section des *Undulatæ* d'Agassiz, sont des formes dont les côtes des flancs, tantôt simples comme celles des *Costées,* tantôt formées de rangées de tubercules comme dans les *Clavellées,* présentent un angle très marqué, dont le sommet est dirigé vers le bord palléal.

Telles sont :

Trigonia undulata, Fromherz, Agass. (Mém. s. les Trig., pl. VI, fig. 1, pl. X, fig. 14-16), du Bathonien.
» *V-costata,* Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., pl. XV, fig. 1-4), du Bajocien.
» *Painei,* Lycett (Id., pl. XII, fig. 2-5), du Bathonien.
» *literata,* Young et Bird (Id., pl. XIV, fig. 1-4), du Lias supérieur.

Certains échantillons de cette dernière espèce présentent une disposition des côtes qui forme le passage à celle qu'on observe dans les espèces du groupe de la *Tr. duplicata.* Dans ce groupe les premières côtes seules sont quelquefois anguleuses ; les autres sont ou toutes

(1) Loc. cit., p. 24.

Digitized by Google

droites et perpendiculaires au bord commissural ou se divisent en deux séries, celle du côté postérieur formée de côtes perpendiculaires au bord palléal, l'autre située sur le côté antérieur, formée de côtes indépendantes des premières, perpendiculaires au bord commissural antérieur. Cette disposition se retrouve dans certains exemplaires de la *Tr. literata ;* la fig. 3, pl. XIV de la Monographie de Lycett en donne un bon exemple. L'ornementation de l'aréa dans les espèces du groupe de la *Tr. duplicata* étant la même que dans les *Undulatæ,* M. Choffat fait passer ces espèces dans la section des *Undulatæ,* au lieu de les laisser comme on le fait généralement dans le groupe des *Scaphoïdeæ.*

M. Choffat a fait en outre remarquer (1) que les limites entre les *Clavellatæ* et les *Undulatæ* ne sont nullement tranchées, et que certaines espèces appartenant aux *Clavellatæ* présentent des côtes ayant une sorte d'angle ou de coude vers le milieu de leur parcours ou vers la carène. Il propose de ranger toutes les espèces douteuses parmi les *Undulatæ* et de ne laisser aux *Clavellatæ* que les formes à côtes bien régulières.

Cependant la disposition des côtes dans les espèces du groupe de la *Trigonia duplicata* s'écarte à la fois de celle qu'on observe dans les sections des *Scaphoïdeæ,* des *Undulatæ,* des *Clavellatæ* et ce n'est que provisoirement que nous les rangeons dans ces dernières. Des matériaux plus nombreux permettraient peut-être d'élever ce petit groupe à la hauteur d'une section.

Les espèces réunies par Agassiz dans sa section des *Glabræ* se prêtent à un groupement différent de celui qui a été donné par cet auteur. Cette section des *Glabræ,* dans la Monographie d'Agassiz, comprend des espèces à surface unie, sans côtes ni tubercules, avec plis sinueux et peu saillants sur le devant, ressemblant à de larges *Unio,* et dont les lignes d'accroissement se remarquent sur toute la surface, mais peu sensibles.

Agassiz fait rentrer dans ce groupe les espèces suivantes du Jurassique et du Crétacé :

Trigonia excentrica, Sow. (Min. Conch., pl. CCVIII, fig. 1-2).
» *gibbosa,* Sow. (Min. Conch., pl. CCXXXV et CCXXXVI).

(1) Loc. cit., p. 22.

Digitized by Google

Trigonia Rœmeri, Ag. (= *Unio suprajurensis,* Rœm., Ool. Geb., 2e partie, pl. XIX, fig. 15).
» *inflata,* Rœm. (Id., pl. XIX, fig. 22).

Lycett (Mon. of Brit. foss. Trig., p. 7) a déjà fait remarquer que cette section n'était pas naturelle et que les espèces qu'on y réunit se partagent en deux groupes, celui de la *Tr. gibbosa* et celui de la *Tr. excentrica.*

Le groupe de la *Tr. gibbosa* comprend en Angleterre, comme espèces bien caractérisées :

Trigonia gibbosa, Sow. (Lycett, p. 84, pl. XVIII, fig. 1-6, pl. XIX, fig. 1-2.
» *Manselli,* Lycett (p. 86, pl. XIX, fig. 3-4).
» *Damoniana,* Lycett (p. 88, pl. XVIII, fig. 3, pl. XXI, fig. 1-5).

Toutes ces espèces sont du Portlandien. On doit y réunir parmi les espèces françaises les formes suivantes qui proviennent également du Jurassique supérieur :

Trigonia Curmontensis, de Loriol (Jur. de la Haute-Marne, *Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. XVI, 1872, p. 315, pl. XVII, fig. 10-12) des calcaires séquaniens à *Cardium corallinum* de la Haute-Marne.
» *Actœon*, Munier-Chalmas (*B. S. G. F.*, 3e série, t. X, 1882, p. 503, pl. XII, fig. 5), des calcaires à *Diceras arietinum* de Doulaincourt (Haute-Marne).
» *Edmundi,* Munier-Chalmas (Id., fig. 6, p. 501) du Portlandien du Bray et de Boulogne-sur-Mer.
» *Oustaleti,* Munier-Chalmas (Id., fig. 7, p. 502) du Kimméridien inférieur du Boulonnais.
» *Moreli,* Munier-Chalmas (Id., fig. 2, p. 502) du Portlandien inférieur du Bray.

Le groupe de la *Trigonia gibbosa* comprend donc des *espèces cantonnées dans le Jurassique supérieur,* dans le Bassin Anglo-Parisien. Il est donc très intéressant de retrouver une espèce de ce groupe

Digitized by Google

dans l'Infra-lias d'Espagne ; c'est la *Trigonia Oviedensis,* Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., suppl., p. 2, 1881) de la zône à *A. Angulatus* d'Oviédo où elle a été recueillie par M. Barrois. La forme de ces espèces est subarrondie, les crochets rapprochés de la ligne médiane. L'aréa, étroite, ne présente que des stries transverses et sa séparation en deux moitiés, généralement peu accentuée, est marquée par un sillon et non par une carène ; les carènes qui limitent cette aréa sont absentes ou presque effacées. Les flancs sont quelquefois lisses, séparés par un sillon oblique, plus ou moins marqué, en deux parties inégales, l'antérieure très large, la postérieure très étroite. Les côtes qui ornent généralement les flancs sont *normalement tuberculeuses ;* elles sont limitées à la partie antérieure des flancs et s'arrêtent au sillon qui la sépare de la partie postérieure ; leur direction est tantôt parallèle, tantôt fortement oblique au bord palléal.

Ces caractères nous paraissent suffisants pour grouper ces espèces en une section à laquelle nous donnons le nom de GIBBOSÆ, du nom de l'espèce la plus commune et la mieux connue qui lui sert de type, c'est-à-dire la *Trigonia gibbosa.*

La *Trigonia excentrica,* Sow. (= *Tr. affinis,* Sow.) sert de type à un autre groupe qui commence dans le Jurassique supérieur et se développe dans le Crétacé.

A ce groupe appartiennent :

Trigonia Boloniensis, de Loriol *(loc. cit.,* p. 301, pl. XVII, fig. 1) du Kimméridien supérieur de la Haute-Marne.

» *excentrica,* Sow., = *Tr. affinis,* Sow. (Lycett, p. 94, pl. XX, fig. 6-7, pl. XXI, fig. 6-7, pl. XXII, fig. 5) du Cénomanien.

» *læviuscula,* Lycett (p. 96, pl. XXII, fig. 6) du Cénomanien.

Les quelques espèces de ce groupe que nous connaissons se distinguent des *Gibbosæ* par leur forme plus allongée, leur aréa lisse, se confondant avec l'écusson, l'absence de toute séparation entre l'aréa étroite et les flancs. Les côtes, qui ne sont jamais tuberculeuses, sont parallèles au bord palléal et traversant toute la largeur des flancs ne disparaissent que sur l'aréa qu'elles traversent même dans le jeune âge.

Digitized by Google

Nous proposons pour les Trigonies de cette section le nom d'EXCENTRICÆ, en prenant pour type la *Trigonia excentrica* du Cénomanien.

Le Jurassique inférieur d'Angleterre et de Normandie renferme trois espèces qui présentent dans leur ornementation des caractères assez voisins, différents de ceux des autres sections et qui légitiment l'établissement d'un troisième groupe dans la section des *Glabræ* d'Agassiz.

Ces espèces sont :

Trigonia Lingonensis, Dumortier (Lycett, p. 98, pl. XXII, fig. 1-4) du Lias moyen d'Angleterre et du Bassin du Rhône.
» *Beesleyana,* Lycett (p. 90, pl. XVII, fig. 2-4) de l'Oolithe inférieure d'Angleterre.
» *Eudesi,* n. sp. du Bathonien supérieur de Langrune.

Dans ces espèces l'aréa étroite, assez bien délimitée, généralement lisse, quelquefois ornée de côtes obliques, ne présente point de carènes interne, médiane ou marginale ; l'écusson est bien délimité, les flancs sont lisses dans la plus grande partie de leur surface, mais présentent du côté antérieur des côtes nombreuses, serrées, parallèles au bord palléal.

On peut donner à cette section dont Lycett avait pressenti la nécessité le nom de *Semi-læves.*

Les GLABRÆ d'Agassiz se trouvent ainsi divisées en trois sections :

1re section : SEMI-LÆVES, représentée dans le Jurassique inférieur (Lias, Bajocien, Bathonien). Type : *Tr. Lingonensis,* Dum.

2e section : GIBBOSÆ, comprenant des formes cantonnées dans le Jurassique et surtout dans le Jurassique supérieur (Kimméridien et Portlandien). Type : *Tr. gibbosa,* Sow.

3e section : EXCENTRICÆ. — Commençant dans le Jurassique supérieur (Kimméridien) et se continuant dans le Crétacé. Type : *Tr. excentrica,* Sow.

La position systématique des Trigonidés est encore douteuse. Cette

Digitized by Google

famille apparaît dès le Silurien où elle est représentée par le genre *Anodontopsis,* M. Coy (= *Pseudaxinus,* Salt.) ; dans le Dévonien ce genre est remplacé par *Myophoria,* Bronn., qui se continue jusque dans l'Infra-lias (Rhétien) ; le genre *Schizodus,* King, apparu dans le carbonifère disparaît dans le Permien. Le genre *Trigonia,* Brug., commence son évolution dans l'Infra-lias (Z. à *A. angulatus).*

M. Frech (1) a montré l'évolution des formes de *Myophoria* depuis le Dévonien ; dans les formes dévoniennes il n'y a que deux dents sur chaque valve ; dans les formes triasiques apparaît une troisième dent postérieure sur la valve gauche et la dent médiane devient triangulaire ; les dernières formes triasiques présentent seules des cannelures sur les dents.

En comparant la charnière des Myophories à celle des *Trigonia* on voit que la dent triangulaire centrale de la valve gauche est l'homologue de la dent cardinale centrale des *Myophoria* et n'est point formée par la soudure de deux dents latérales rapprochées ; la charnière des *Trigonia* n'est donc point SCHIZODONTE, au sens que lui donne M. Steinmann (2).

Neumayr (3) a cherché à démontrer que les *Unionidés* dérivaient des *Trigonidés* et avaient une charnière homologue. Dans les *Unio,* les dents principales sont éloignées du crochet et c'est seulement dans les formes dont le crochet est rejeté en avant que la charnière est ramassée et devient *Desmodonte*. Cependant dans le type *Castalia* qui constituerait d'après Neumayr la forme la plus voisine de *Trigonia,* la dent médiane de la valve gauche est formée de deux moitiés non soudées, tandis que la dent triangulaire de la valve gauche de *Trigonia,* homologue de celle de *Myophoria,* est malgré son apparence bifide une dent unique. Les arguments tirés de l'ornementation de *Castalia,* de la structure nacrée, des lames internes de la coquille, de la disposition du manteau et des branchies ne suffisent pas pour établir une parenté contre les caractères basés sur l'étude de la charnière.

(1) Ueber *Mecynodon* und *Myophoria*, Z. D. D. G. G., t. XLI, p. 127.
(2) Elemente der Paläontologie.
(3) Uber die Herkunft der *Unioniden (Sitz. Akad. Wiss. Wien*, t. XCVII, p. 5, 1889).

Digitized by Google

COSTATÆ.

1. TRIGONIA COSTATA, Sow.

(Pl. VIII, fig. 1, 1 a).

1875 *Trigonia costata,* Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 146, pl. XXIX, fig. 5-10.

Le type de la section des *Costatæ* est la *Trigonia costata,* du Bajocien, à laquelle ont été assimilées de nombreuses espèces des terrains jurassiques. Les figures assez différentes données comme types de cette espèce par Sowerby, Zieten, Goldfuss, Agassiz, Lycett, ont jeté le trouble dans l'esprit des paléontologistes, très embarrassés pour reconnaître au milieu de ces figures la véritable *Tr. costata.*

Tr. costata a été établie par Parkinson en 1811 *(Organic remains,* 3e p., pl. XII, fig. 4), mais on semble s'être accordé à prendre pour type la figure de Sowerby *(Min. Conch.,* t. I, pl. LXXXV, fig. 195, 1815), représentant une grande espèce de l'oolithe inférieure de Little Sudbury, Wilts., forme triangulaire, à bord antérieur presque droit, légèrement excavé, à bord postérieur anguleux à la rencontre des carènes de l'aréa, à aréa large, marquée de trois carènes arquées, à côtés ornés de côtes, droites vers l'aréa, se recourbant vers le crochet du côté antérieur.

Dans l'impossibilité de rapporter absolument à la figure de Sowerby celles qui ont été données par les différents paléontologistes, nous pensons qu'il y a intérêt à prendre pour type de la *Trigonia costata* les figures de Lycett *(Brit. foss. Trig.,* pl. XXIX, fig. 5-10), représentant comme le type de Sowerby des spécimens du Bajocien d'Angleterre. Il y aurait peut-être une exception à faire pour les fig. 5 et 10 dont le bord antérieur est arrondi.

Digitized by Google

Tr. costata, Zieten *(Petr. Wurt.,* pl. LVIII, fig. 5, 1838) diffère du type de Sowerby par sa forme beaucoup plus allongée, son aréa plus étroite, son bord antérieur arrondi.

Tr. costata, Agass., diffère de *Tr. costata,* Sow., par sa forme carrée, ses côtes légèrement onduleuses (en S), les carènes de l'aréa à peine arquées, l'aréa plus étroite, tuberculeuse. Elle diffère de *Tr. costata,* Zieten, par sa forme moins triangulaire et moins allongée, son bord antérieur non arrondi.

Parmi les espèces figurées par Goldfuss *(Petr. Germ.,* pl. CXXXVII, fig. 3, 1840) sous le nom de *Lyrodon costatum,* aucune n'appartient à *Tr. costata ;* l'une (fig. 3 *c)* est *Trigonia similis,* Bronn., sp., du Lias supérieur. Une autre (fig. 3 *e)* est *Tr. lineolata,* Agassiz.

Les figures de Lycett (Mon. des Trig. foss. d'Angleterre, pl. XXIX, fig. 5 à 10) diffèrent presque autant entre elles qu'avec les précédentes. Elles montrent que la *Trigonia costata* est une espèce assez variable (variétés larges et variétés longues), caractérisée par son bord antérieur presque droit, son aréa triangulaire plane, marquée de trois carènes, son corselet se continuant sur le même plan que l'aréa, ses côtes droites dans le voisinage de l'aréa, se recourbant vers le crochet du côté antérieur.

Cette espèce est bien caractérisée par son aréa dont le plan forme avec celui des flancs un angle de 45°, et dont la carène médiane est peu marquée. L'ornementation de cette aréa se compose de côtes rayonnantes, au nombre d'une dizaine, tuberculeuses, avec stries transverses. L'écusson présente aussi des côtes assez fortes et tuberculeuses. Ces caractères distinguent très nettement cette espèce de *Tr. lineolata,* dont le plan de l'aréa forme un angle presque droit avec celui des flancs et dont les côtes de l'aréa sont nombreuses, lisses, finement tuberculeuses, l'écusson étant aussi finement strié.

Les échantillons de la Collection d'Orbigny, réunis sous le nom de *Tr. costata,* ne comprennent qu'un exemplaire de cette espèce ; les autres se rapportent à *Tr. tenuicosta,* Lyc., *Tr. lineolata,* Ag., *Tr. lineolata,* var. *denticulata.*

Étage et Localités. — Bajocien supérieur (Zône à *Cosmoceras subfurcatum)* de toutes les localités normandes.

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 1. Valve droite du Bajocien supérieur de Sully (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 1 *a*. La même, vue par la face postérieure.

2. TRIGONIA BELLA, Lycett.

(Pl. VIII, fig. 2, 2 a, 3).

1877 *Trigonia bella*, Lycett, Monogr. Brit. foss. Trig., p. 162, pl. XXXII, fig. 6-8.

Coquille moyennement convexe, aussi large que haute, à crochets peu proéminents, recourbés en dedans. Bord antérieur presque droit ; bord palléal oblique. Angle postérieur droit. Bord postérieur de l'aréa très large, formant un angle très obtus à la rencontre de la carène médiane. Aréa très développée, presque aussi large que les flancs, formant avec eux un angle de 45°, bordée par une carène marginale très saillante, ornée de crêtes transversales espacées, en nombre à peu près égal à celui des côtes qui ornent les flancs ; la carène médiane est bien marquée, tuberculeuse ; elle divise l'aréa en deux parties dont l'externe, comprise entre la carène médiane et la carène externe est concave. Sur la portion interne de l'aréa les côtes sont au nombre de 5 à 6, saillantes, épineuses, croisées par de fines côtes transversales ; sur la portion externe les côtes sont plus nombreuses (12 à 15), moins fortement épineuses. La carène externe qui limite en dedans l'écusson est saillante, tuberculeuse. L'écusson est peu allongé, concave, orné de fines côtes irrégulières, obliques. La fossette ligamentaire est très courte. Les flancs sont ornés d'une vingtaine de côtes très obliques, assez serrées ; les plus rapprochées du crochet sont droites ; les autres, droites dans la plus grande partie de leur trajet se relèvent fortement vers les crochets du côté antérieur et se recourbent ensuite en sens inverse en arrivant sur le côté antérieur où elles prennent une direction perpendiculaire à la ligne commissurale.

Cette espèce se distingue facilement de la *Trigonia costata*, Sow.,

Digitized by Google

Lyc., par son bord palléal et ses côtes très obliques, la largeur moindre de ses flancs, l'ornementation de son aréa. — *Trig. tenuicosta,* Lyc., est une forme beaucoup moins transverse, beaucoup plus renflée, avec écusson plus long et aréa presque perpendiculaire aux flancs, ornée de fines côtes.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bajocien inférieur (Couches à *Ludwigia Murchisonæ).* May (Calvados), assez rare. — Minerai de fer de Forêt de Haye, près Nancy. — En Angleterre : Cephalopod bed de Bradford-Abbas.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 2. Valve droite du Bajocien inférieur de May (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 2 *a*. La même, vue par la face postérieure. — Fig. 3. Échantillon de petite taille des mêmes étage, localité et collection.

3. TRIGONIA LINEOLATA, Agassiz.

(Pl. VIII, fig. 4-5).

1840 *Trigonia lineolata,* Agassiz, Mém. sur les Trigonies, p. 37, pl. IV, fig. 1-3.
1840 *Lyrodon costatum,* Goldfuss, Petref. Germ., pl. CXXXVII, fig. 3 *e*.
1849 *Trigonia costata,* d'Orb. *(pro parte).* — Prodrome, t. I, p. 278, n° 311.
» » d'un grand nombre de listes.

Cette espèce, réunie à tort par Lycett à la *Tr. costata* (Mon., p. 147), a été établie par Agassiz sur des échantillons provenant de l'oolithe inférieure des Moutiers-en-Cinglais (Calvados). Il donne comme caractères *une forme très élevée, le diamètre vertical étant ordinairement plus grand que le diamètre longitudinal, des côtes saillantes, étroites et sensiblement arquées, un corselet fort large et d'apparence très homogène, dont la surface est uniformément réticulée, des carènes plus sensibles dans les jeunes individus que dans les vieux, les carènes médiane et interne surtout tendant à s'effacer avec l'âge, une carène marginale plus prononcée avec des échancrures plus profondes, séparée des côtes par un sillon assez profond, des crochets fortement arqués en dedans et en arrière.*

Digitized by Google

Les figures d'Agassiz ne sont pas très exactes ; les crochets ne sont pas assez saillants, la hauteur de la coquille trop faible par rapport à la largeur. La profondeur du sillon qui limite la carène marginale de l'aréa caractérise seulement la valve gauche ; sur la valve droite ce sillon est presque absent. Le côté antérieur, peu arrondi, est légèrement excavé dans la région des crochets qui limitent une lunule très excavée. Les côtes plus ou moins serrées sont lamelleuses, séparées par des intervalles plus larges que les côtes ; les premières sont droites et perpendiculaires à la carène marginale de l'aréa ; les autres, droites du côté postérieur, presque perpendiculaires à la carène marginale, s'infléchissent d'abord légèrement vers les crochets, puis du côté antérieur auquel elles ne parviennent pas toutes, les plus rapprochées du crochet deviennent fines, s'infléchissent de nouveau en sens inverse pour prendre une direction perpendiculaire au bord commissural.

Comparée aux figures de Lycett (pl. XXIX, fig. 6 à 9) que nous avons prises pour type de la *Trigonia costata,* la *Tr. lineolata* s'en distingue par sa forme plus étroite, la largeur de son aréa dont le plan est très oblique à celui des côtes, excavée entre les carènes médiane et interne, par l'ornementation de cette aréa formée de nombreuses côtes rayonnantes, égales, rendues tuberculeuses par le passage de fines côtes transverses, la profondeur du sillon qui limite la carène marginale sur la valve gauche.

La figure 3 *e* du *Lyrodon costatum,* Goldf. (Petref., pl. CXXXVII), représente *Trigonia lineolata ;* l'échantillon provient de l'oolithe inférieure de Normandie.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bajocien supérieur (Zône à *Cosmoceras subfurcatum)* de toutes les localités Normandes.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 4. Échantillon typique vu par la valve gauche, provenant du Bajocien supérieur de Sully et de la collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 4 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 5. Échantillon de forme un peu plus transverse, dont les côtes des flancs sont un peu plus espacées. — Fig. 5 *a*. Le même, vu par la face postérieure.

Digitized by Google

3 *bis.* TRIGONIA LINEOLATA, Agassiz.

Var. DENTICULATA.

(Pl. VIII, fig. 6).

1840 *Trigonia denticulata,* Ag., Mém. s. les Trigonies, p. 38, pl. XI, fig. 1-3.
1878 » » Lyc., Mon. of Brit. foss. Trig., p. 152, pl. XXIX, fig. 1-4.

Cette forme, distinguée comme espèce par Agassiz et Lycett, ne diffère de la forme typique de la *Trigonia lineolata* que par les côtes de son aréa, moins nombreuses, bien marquées, épineuses, ses carènes interne et médiane également épineuses.

Même niveau et localités que la forme type.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 6. Valve droite, vue par la face postérieure, du Bajocien supérieur de Sully (Calvados), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

3 *ter.* TRIGONIA LINEOLATA, Agass.

? Var. BREVILLEI.

(Pl. VIII, fig. 7).

Nous rapportons provisoirement à la *Tr. lineolata,* Ag., à titre de variété, un exemplaire jeune se distinguant des jeunes *Tr. lineolata* typiques par son écusson présentant des rangées de côtes denticulées, fines, serrées, bien marquées, perpendiculaires à la commissure ; les côtes de l'aréa, lisses dans le voisinage du crochet, deviennent granuleuses vers le bord inférieur ; la carène médiane y est aussi tuberculeuse.

Même niveau que la forme type. — Sully (Calvados).

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 7. Échantillon, vu par la face postérieure, du Bajocien supérieur de Sully (Calvados), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

4. TRIGONIA FEUGUEROLLENSIS, n. sp.

(Pl. VIII, fig. 8, 8 a).

Coquille connue seulement par sa valve droite, aussi large que haute, assez renflée, à crochets proéminents, fortement recourbés en dedans et en arrière. Bord antérieur court, arrondi ; bord palléal fortement arqué ; angle postérieur presque droit ; bord postérieur de l'aréa très long, excavé dans la partie supérieure. L'aréa est très développée, formant avec les flancs un angle de 70° environ, limitée par une carène marginale étroite et très saillante, ornée de fins plis transverses ; l'aréa est divisée en deux portions par une carène médiane mousse ; les côtes de la portion interne de l'aréa, au nombre de 5 ou 6, sont finement tuberculeuses ; la portion externe de l'aréa, excavée, est ornée de côtes plus nombreuses, plus serrées, finement tuberculeuses, croisées par des stries transverses. La carène externe est saillante, arrondie, et limite un écusson assez allongé, orné de côtes très obliques, chagrinées. Les flancs sont larges, ornés de côtes assez serrées, très arquées, fortement recourbées en haut du côté antérieur.

Cette espèce est voisine de la *Trigonia lineolata,* Agass., mais elle s'en distingue par sa forme beaucoup plus transverse, presque carrée, ses crochets plus proéminents et plus recourbés en dedans, son épaisseur moindre.

Étage et Localité. — Bajocien inférieur (Couches à *Ludwigia Murchisonæ).* — Feuguerolles (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 8. Valve droite du Bajocien inférieur de Feuguerolles (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 8 *a*. La même, vue par la face postérieure.

Digitized by Google

5. TRIGONIA BIPARTITA, n. sp.

(Pl. IX, fig. 2, 2 a).

Coquille quadrilatère, plus large que haute, peu renflée, connue seulement par la valve droite. Crochets proéminents, fortement recourbés en dedans. Côté antérieur assez long, fortement excavé dans la partie supérieure ; bord palléal très oblique, arrondi. Angle postérieur arrondi ; bord postérieur de l'aréa très long, légèrement courbe ; bord supérieur droit, très long. Aréa très développée, formant avec les flancs un angle de 45°, limitée par une carène marginale saillante, traversée par des crêtes transverses, nombreuses ; carène médiane indistincte ; les côtes qui ornent l'aréa sont peu accentuées, tuberculeuses, croisées par des stries transverses ; la carène externe est peu saillante. L'écusson est très allongé, situé dans un plan différent de celui de l'aréa et marqué de côtes obliques ; la fossette ligamentaire est relativement courte. Les flancs sont ornés de côtes nombreuses, partant perpendiculairement à la carène marginale, puis se relevant fortement du côté antérieur. En passant du côté antérieur elles forment un angle très marqué dont le sommet est dirigé vers le crochet, deviennent plus fines et avec une direction perpendiculaire à la ligne commissurale présentent une inflexion dont la concavité est tournée vers les crochets.

Cette espèce est très nettement caractérisée par son contour en forme de parallélogramme, son bord postérieur très long, la largeur de son aréa presque égale à celle des flancs, en sorte que la carène marginale divise la coquille suivant sa largeur en deux moitiés presque égales, d'où le nom de *bipartita*.

La *Tr. Glosensis*, n. sp., du Corallien, a quelques ressemblances avec cette espèce, mais elle s'en distingue par sa forme plus étroite, son aréa moins longue, sa carène marginale située beaucoup plus près du bord postérieur.

ÉTAGE ET LOCALITÉ. — Bajocien supérieur (Zône à *Cosmoceras subfurcatum*). — Sully (Calvados). Très rare.

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 2. Valve droite du Bajocien supérieur de Sully (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 2 *a*. La même, vue par la face postérieure.

6. TRIGONIA TENUICOSTA, Lycett.

(Pl. VIII, fig. 9, 9 a).

1877 *Trigonia tenuicosta,* Lycett, Mon. of Brit. foss. Trig., p. 160, pl. XXXIII, fig. 7-9.

Cette espèce est voisine de la *Trigonia lineolata,* Ag., mais elle s'en distingue par sa forme encore plus haute, son angle postérieur moins aigu, ses côtes des flancs plus nombreuses et plus serrées. L'ornementation de l'aréa et de l'écusson est à peu près la même que dans la *Trigonia lineolata,* mais les côtes denticulées qui l'ornent sont plus fines et plus nombreuses.

Les échantillons de Normandie présentent une forme plus élevée que ceux d'Angleterre.

Étage et Localités. — Bajocien supérieur (Zône à *Cosmoceras subfurcatum).* — Sully, Les Moutiers-en-Cinglais (Calvados). — En Angleterre : oolithe inférieure de Cotteswood hills, Walditch et Bradford-Abbas.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 9. Valve gauche du Bajocien supérieur de Sully (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 9 *a*. La même, vue par la face postérieure.

6 *bis.* TRIGONIA FIMBRIATA, Lycett.

A la suite de la description de la *Tr. tenuicosta,* Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., p. 161) décrit sous le nom de *Tr. fimbriata,* une espèce

Digitized by Google

voisine, provenant de Bayeux et caractérisée par sa forme plus courte et plus renflée, dont la troncature antérieure est moins complète. Les caractères les plus importants consistent en la présence d'une rangée de papilles en forme de perles sur le tranchant des côtes des flancs, spécialement à leur extrémité postérieure ; ces papilles trapues ont une petite dépression sur leur partie médiane. Les petits plis transverses de la carène marginale ont aussi chacun une rangée de proéminences papillaires, plus petites ; cette disposition est rarement conservée ; le spécimen de Lycett ne le possède que sur une valve, et d'autres exemplaires de British Muséum ne le présentent pas.

Aucun des échantillons de l'oolithe ferrugineuse de Normandie que nous avons examinés ne présente ce caractère et nous nous bornons à signaler l'existence de cette espèce.

7. TRIGONIA ANGUSTULA, E.-E. Desl., mss.

(Pl. IX, fig. 11-12).

Coquille de petite taille, très renflée, très étroite ; crochets très proéminents, fortement recourbés en dedans. Bord postérieur droit, légèrement excavé, bord palléal très oblique, fortement excavé. Angle postérieur obtus ; bord postérieur de l'aréa formant un angle très ouvert au niveau de la carène médiane ; bord supérieur excavé. Aréa très large, dont le plan forme un angle presque droit avec celui des flancs, limitée par une carène marginale marquée de crêtes transverses élevées et serrées ; carène médiane saillante, marquée de crêtes transverses irrégulièrement distribuées, parfois absentes, divisant l'aréa en deux portions dont l'externe, concave, présente 4 à 6 côtes dont les intervalles sont striés transversalement ; la portion interne présente de 0 à 3 côtes légèrement noduleuses, dont les intervalles sont également striés transversalement ; la carène externe est bien marquée, présentant des crêtes transversales serrées. L'écusson est large et court, avec stries obliques. Les flancs sont étroits, ornés de côtes serrées, lamelleuses ; les plus rapprochées du crochet sont droites, les autres fortement arquées et remontent vers le crochet. En passant sur le côté antérieur qui est excavé, elles

Digitized by Google

s'infléchissent de nouveau en s'atténuant, leur direction devient presque perpendiculaire à la ligne commissurale avec concavité tournée en haut.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bajocien supérieur (Zône à *Cosmoceras subfurcatum*). — Sully, Les Moutiers-en-Cinglais (Calv.). Assez rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 11. Échantillon vu par la valve droite du Bajocien supérieur de Sully (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 11 *a*. Le même, vu par la face antérieure. — Fig. 11 *b*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 12. Valve gauche des mêmes étage, localité et collection. — Fig. 12 *a*. La même, fortement grossie.

8. TRIGONIA PULLUS, Sow.

(Pl. IX, fig. 4-5).

1826	*Trigonia*	*pullus,*	Sow., Min. Conch., p. 10, pl. DVIII, fig. 1-2.
1849	»	»	d'Orb., Prodr., t. I, p. 308, n° 222.
1849	»	*Cassiope,*	d'Orb., Prodr., t. I, p. 308, n° 229 (non Lycett, non Rigaux et Sauvage).
1853	»	*costata,*	var. *pullus,* Morris et Lycett, Great ool. mollusca, p. 58, pl. V, fig. 22, 22 *a*.
1877	»	*pullus,*	Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 164, pl. XXXIV, fig. 7-9.

Les échantillons du Bathonien de Normandie qui appartiennent à cette espèce sont généralement de petite taille.

La coquille est plus large que haute ; le bord antérieur est arrondi, légèrement excavé dans la région du crochet, l'angle postérieur aigu ; le plan de l'aréa forme avec celui des flancs un angle presque droit ; l'aréa est limitée par une carène marginale légèrement arquée, saillante, lisse dans la région du crochet, puis noduleuse, séparée des flancs sur la valve gauche par un sillon très marqué ; cette aréa est ornée de côtes rayonnantes arquées, en nombre variable, séparées par une carène médiane lisse ou noduleuse ; une carène, quelquefois

Digitized by Google

épineuse, la sépare de l'écusson qui est légèrement concave, strié transversalement. Les côtes qui ornent les flancs, et qui atteignent toutes le bord antérieur, sont assez fortement arquées du côté antérieur.

Cette espèce se distingue facilement de la *Tr. costata,* Sow., Lycett, par sa forme plus large que haute, les caractères de son aréa et surtout de son écusson, la direction plus arquée des côtes qui ornent ses flancs.

La collection d'Orbigny renferme un certain nombre d'échantillons de cette espèce sous le nom de *Tr. Cassiope,* d'Orb.; un autre échantillon incomplet, presque indéterminable, représente aussi cette espèce qui doit tomber en synonymie. On doit changer le nom de *Trig. Cassiope,* donné par MM. Rigaux et Sauvage (1) et par Lycett (2), à une forme du Bathonien du Boulonnais et du Cornbrash d'Angleterre.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bathonien moyen (Oolithe miliaire) : Sées (Orne). — Bathonien supérieur (Bradford-Clay) : Luc, Langrune, Ranville, Hérouvillette, etc. — En Angleterre : Oolithe inférieure de Leckhampton (Lycett), Grande-Oolithe d'Appleby, Lincolnshire ; Cornbrash des environs de Trowbridge, Wiltshire.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 4. Valve gauche du Bathonien supérieur de Langrune, de la collection Deslongchamps. — Fig. 4 *a*. La même, vue par la face postérieure. — Fig. 5. Valve droite des mêmes étage et localité de la collection de la Faculté de Caen.

8 *bis.* ? TRIGONIA HEMISPHÆRICA, Lycett.

Var. GREGARIA, Lycett.

L'oolithe miliaire des environs de Sées et autres localités de l'Orne contient, associée à la *Tr. pullus,* Sow., une forme assez rare et mal

(1) Desc. Moll. foss. Bath. Bath. Boulonnais, p. 19.
(2) Mon. Brit. foss. Trig., p. 170, pl. XXXII, fig. 1-5.

Digitized by Google

conservée qui semble appartenir à la variété *gregaria* de la *Tr. hemisphærica* de Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., p. 176, pl. XXXIII, fig. 4-6, surtout fig. 6). Elle se distingue de la *Tr. pullus* par sa forme plus transverse, son aréa marquée de côtes égales, fines, avec carène médiane peu différenciée, les côtes de ses flancs plus nombreuses et plus serrées.

Des échantillons en meilleur état sont nécessaires pour l'étude de cette forme.

9. TRIGONIA CASTOR, d'Orb.

(Pl. IX, fig. 6-7, pl. XI, fig. 7).

1849 *Trigonia Castor*, d'Orb., Prodr., t. I, p. 308, n° 226.

Coquille plus haute que large, assez renflée ; crochets fortement recourbés en dedans et en arrière. Bord antérieur très long, presque droit, légèrement convexe ; angle antérieur arrondi, bord palléal presque droit ; bord postérieur de l'aréa droit et assez long, faisant avec le bord palléal un angle de 90° ; bord supérieur de l'aréa long et très oblique. Aréa très large, faisant avec les flancs un angle de 45°, limitée par une carène marginale large et élevée, ornée de crêtes transversales saillantes, deux fois plus nombreuses que les côtes des flancs ; la carène médiane, bien marquée, présente également des crêtes transversales, serrées, nombreuses ; elle divise l'aréa en deux portions dont l'externe est légèrement concave ; l'ornementation de l'aréa se compose de grosses côtes, marquées de crêtes transverses, au nombre de 4 ou 5 seulement sur chaque portion de l'aréa. La carène externe est très saillante, ornée de tubercules dans la partie voisine du crochet, de côtes transverses, serrées, sur le reste de son parcours. L'écusson est long, légèrement excavé, orné de côtes obliques, dirigées de haut en bas et d'avant en arrière ; la fossette ligamentaire est relativement courte. Les flancs sont ornés de côtes saillantes, peu serrées, très obliques, infléchies vers les crochets dans leur moitié antérieure et s'arrêtant généralement avant d'atteindre la ligne commissurale en avant.

Digitized by Google

Cette espèce a été établie par d'Orbigny pour une « grande espèce de moitié plus courte que large, remarquable par le développement de son aréa anale et par sa forme », dont le type provient de Luc. Cette forme est celle que l'on connaît généralement sous le nom de *Tr. Cassiope* et qui est assez abondante dans le Bathonien du Boulonnais et du Calvados. Nous avons pu l'identifier grâce au type de la collection d'Orbigny que nous figurons.

Lycett rapporte à la *Tr. Cassiope* une forme du Cornbrash d'Angleterre qu'il identifie évidemment avec celle du Boulonnais (= *Tr. Castor)*. Cette espèce diffère de l'espèce française par sa forme très transverse, à angle postérieur très aigu. Les côtes des flancs sont presque horizontales ; le nom de *Tr. Cassiope,* attribué par d'Orbigny à la *Tr. pullus* ne pouvant être conservé, nous proposons pour l'espèce anglaise le nom de *Tr. Lycetti.*

ÉTAGE ET LOCALITÉ. — Bathonien inférieur (Calcaire de Caen) de l'arrondissement de Falaise. — Bathonien supérieur de Ranville et de Langrune.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 6. Valve droite du Bathonien supérieur de Ranville (Calvados), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 6 *a*. La même, vue par la face postérieure. — Fig. 7. Valve droite des mêmes étage, localité et collection. — Pl. XI, fig. 7. Type de la collection d'Orbigny, de Luc.

10. ? TRIGONIA ZONATA, Ag.

(Pl. IX, fig. 9).

1837	*Trigonia costata,*	Pusch, Polens Paläontologie, p. 58, pl. VII, fig. 1-2.
1840	*Lyrodon costatum,*	Goldfuss, Petref. Germ., p. 201, pl. CXXXVII, fig. 3 *d*.
1840	*Trigonia zonata,*	Agass., Mém. sur les Trigonies, p. 36.
1858	» *interlævigata,*	Quenst., Jura, p. 503, pl. LXVII, fig. 7-8.
1858	» »	Oppel, Juraformation, p. 486, n° 49.

Sous le nom de *Tr. costata,* Pusch et Goldfuss ont figuré une forme très remarquable surtout pour l'interruption des côtes des flancs à

Digitized by Google

une certaine distance de la carène marginale, le sillon qui borde d'habitude cette carène étant ainsi très développé. Cette espèce est en outre bien caractérisée par sa forme aussi haute que large, son bord antérieur long et très droit. Agassiz a distingué cette espèce sous le nom de *Tr. zonata ;* il semble que ce soit bien la même espèce à laquelle Quenstedt a donné plus tard le nom d'*interlævigata ;* la figure donnée par Quenstedt ne serait par conséquent pas très exacte, les contours étant trop arrondis ; le même défaut s'observe dans la figure de Pusch. Un échantillon de la zone à *Amm. procerus* d'Eimen (Brunswick), qui semble bien être une forme typique de cette espèce diffère des figures citées par le bord supérieur de son aréa plus long, faisant avec le bord postérieur un angle moins obtus, ce qui rend la forme générale plus quadrilatère. En revanche cet échantillon d'Eimen est presque identique à un spécimen du Bathonien inférieur (Calcaire de Caen) des Aucrais, près Langannerie (Calvados), figuré pl. IX, fig. 9.

11. TRIGONIA LANGRUNENSIS, E.-E. Desl., mss.

(Pl. VIII, fig. 10-12, pl. IX, fig. 10).

Coquille beaucoup plus large que haute ; bord antérieur presque droit ; angle postérieur aigu ; plan de l'aréa faisant un angle presque droit avec celui des flancs ; carène marginale de l'aréa peu saillante, marquée de crêtes transverses et séparée des flancs à la valve gauche par un sillon étroit, bien marqué, à la valve droite par un sillon moins profond disparaissant graduellement vers le crochet. Aréa couverte de côtes rayonnantes en nombre variable, ornées de crêtes transverses, fines et serrées, séparées en deux séries par une carène bien marquée ; la carène externe limite un corselet strié par des côtes très serrées, obliques. Les flancs sont ornés de côtes nombreuses, serrées, presque droites, arrivant obliquement sur la carène marginale, infléchies seulement vers le crochet au voisinage du bord antérieur.

Les échantillons que l'on rencontre habituellement sont des jeunes, mais cette espèce est susceptible d'acquérir une assez grande taille.

Digitized by Google

Elle se distingue aisément de la plupart des *Costatæ* par sa forme très transverses, ses côtes nombreuses et peu arquées ; elle a quelques rapports avec la *Tr. Culleni,* Lyc. (Mon. Brit. foss. Trig., p. 173, pl. XXXI, fig. 9) de l'oolithe inférieure d'Angleterre, mais elle s'en distingue par la largeur de ses flancs, son côté antérieur non arrondi. *Trigonia striatissima,* E.-E. Desl., mss., dont on trouvera la description plus loin, est aussi une forme voisine, mais beaucoup moins transverse.

Étage et Localités. — Bathonien supérieur (Couches à *Zeilleria cardium*). — Luc, Langrune, Ranville, Cambes (Calvados). Peu commune.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. VIII, fig. 10. Valve gauche du Bathonien supérieur de Cambes (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 11. Valve droite des mêmes niveau et collection, provenant de Langrune (Calvados). — Fig. 12. Valve droite d'un exemplaire de petite taille des mêmes étage et localité, collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Pl. IX, fig. 10. Valve gauche du Bathonien supérieur de Langrune (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 10 *a*. La même, vue par la face postérieure.

12. TRIGONIA STRIATISSIMA, E.-E. Desl., mss.

(Pl. IX, fig. 1).

Coquille d'assez petite taille, presque trigone, plus large que haute, très renflée, à crochets proéminents, très recourbés, placés très près du bord antérieur. Côté antérieur presque droit, bord palléal arqué, angle postérieur très aigu. L'aréa formant avec les flancs un angle presque droit est concave, assez large, limitée par une carène marginale, très saillante à la valve droite où elle est fortement crénelée, plus étroite à la valve gauche où elle est séparée des flancs par un sillon ; l'ornementation de cette aréa se compose d'une dizaine de côtes saillantes, épineuses, croisées par des stries d'accroissement et divisées en deux séries par une carène médiane plus marquée sur la

Digitized by Google

valve droite que sur la valve gauche et crénelée ; la carène qui sépare l'aréa de l'écusson est très marquée, tuberculeuse ; l'écusson est concave, enfoncé, orné seulement de côtes très obliques de haut en bas, d'arrière en avant. Les flancs sont ornés de côtes droites dans la partie postérieure, se recourbant fortement en haut du côté antérieur ; ces côtes sont plates, nombreuses, serrées, au nombre d'une trentaine.

Cette espèce est très voisine de la *Trigonia hemisphærica,* Lycett, de l'oolithe inférieure d'Angleterre. L'échantillon que nous figurons présente de grands rapports avec celui représenté pl. XXXI, fig. 7 de la monographie de Lycett, dont il diffère cependant par son bord antérieur plus droit, son aréa moins large, plus concave, avec ornements mieux marqués. — Elle se distingue de la *Tr. Langrunensis* par sa forme moins transverse et moins oblique, son épaisseur plus grande, son aréa ornée de côtes plus volumineuses, épineuses.

Étage et Localités. — Bathonien supérieur (Couches à *Zeilleria cardium).* — Luc, Langrune, Ranville (Calvados). Assez rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 1. Échantillon vu par la valve droite du Bathonien supérieur de Ranville (Calvados), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 1 *a*. Le même, vu par la face postérieure.

13. TRIGONIA RANVILLIANA, E.-E. Desl., mss.

(Pl. IX, fig. 8).

Coquille presque trigone, épaisse, plus haute que large. Côté antérieur court ; bord palléal très oblique, fortement arqué ; angle postérieur médiocrement aigu ; bord postérieur très long, présentant deux angles très obtus à la rencontre des carènes médiane et externe de l'aréa. Celle-ci est très développée, perpendiculaire aux flancs, limitée par une carène marginale peu élevée, presque lisse, bordée

Digitized by Google

par un sillon peu profond, même sur la valve gauche ; l'ornementation de l'aréa se compose de côtes très fines, nombreuses, serrées, divisées en deux groupes par une carène un peu plus volumineuse que les côtes ; la portion externe de l'aréa est légèrement concave ; la carène externe n'est pas plus développée que la carène médiane. L'écusson est allongé, légèrement concave, orné de rides fines, obliques de haut en bas et d'avant en arrière. Les flancs sont ornés de côtes nombreuses, peu saillantes, séparées par des intervalles deux fois plus larges qu'elles ; les côtes les plus rapprochées du crochet sont droites ; les autres sont arquées, parallèles au bord palléal ; à leur extrémité antérieure, sur l'angle antérieur, elles sont croisées par de petites côtes serrées, perpendiculaires au bord commissural.

Ce dernier caractère, l'ornementation de l'aréa, celle de l'écusson, permettent de différencier très facilement cette espèce.

Étage et Localité. — Bathonien supérieur (Couches à *Z. cardium*). — Ranville (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 8. Valve gauche du Bathonien supérieur de Ranville (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 8 *a*. La même, vue par la face postérieure.

14. TRIGONIA CRISTA-GALLI, E.-E. Desl., mss.

(Pl. IX, fig. 3)

Coquille beaucoup plus haute que large ; crochets fortement recourbés vers l'intérieur ; bord antérieur presque droit, très excavé, bord palléal très oblique, angle postérieur aigu. Le plan de l'aréa est presque perpendiculaire à celui des flancs ; cette aréa, concave, est extrêmement développée, plus large que les flancs, limitée par une carène marginale fortement crénelée, striée transversalement entre les tubercules, séparée des flancs par un sillon à la valve gauche ; l'aréa est ornée de côtes peu marquées, découpées par des stries

Digitized by Google

transversales serrées, elle est divisée en deux moitiés concaves par une carène médiane arquée, épineuse ; la carène qui sépare l'aréa de l'écusson présente de gros tubercules. L'écusson est fortement ridé par de nombreuses côtes obliques. Les flancs sont ornés de côtes d'abord droites, puis fortement infléchies en bas, séparées par des intervalles de moitié plus larges que les côtes ; leur direction à l'origine est très oblique à celle de la carène et elles arrivent toutes au bord antérieur de la coquille.

Cette espèce se distingue très nettement des autres *Costatæ* par sa grande hauteur, sa forte épaisseur, son aréa très développée, les tubercules des carènes qui limitent l'aréa, la disposition des côtes qui ornent les flancs.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bathonien supérieur (C. à *Z. cardium*). — Langrune et Luc-sur-Mer (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. IX, fig. 3. Valve droite du Bathonien supérieur de Langrune (Calvados), de la collection Deslongchamps. — Fig. 3 *a*. La même, vue par la face postérieure.

15. TRIGONIA ELONGATA, Sow.

(Pl. X, fig. 7).

1825 *Trigonia elongata,* Sow., Min. Conch., pl. CDXXXI, p. 40.
1840 » *cardissa,* Ag., Mém. sur les Trigonies, p. 45, pl. XI, fig. 4-7.
1849 » *elongata,* d'Orb., Prodr., t. I, p. 338, n° 161.
1850 » » Hébert, Bull. Soc. Géol. Fr., 2e série, t. VIII, p. 141.
1858 » » Oppel, Juraform., p. 565.
1877 » » Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 154, pl. XXX.
1886 » » Guillier, Géol. du Dép. Sarthe, p. 159, 170.
1890 » » (?) Bizet, Bull. Soc. Géol. Norm., t. XIII, p. 112.

Cette espèce est très élevée, fortement bombée ; les crochets sont fortement recourbés en dedans ; le bord antérieur est long, presque

Digitized by Google

droit, le bord palléal légèrement arqué. L'aréa, plane, est très développée, aussi large dans chaque valve que les flancs avec lesquels elle forme un angle presque droit ; la carène marginale est très saillante, fortement crénelée ; les côtes de l'aréa sont nombreuses, saillantes, épineuses au croisement des fines côtes d'accroissement, séparées en deux séries par une carène médiane, généralement peu différenciée ; la carène qui sépare l'aréa du corselet est épineuse, plus saillante que les côtes qui ornent l'aréa. Le corselet est large, dans le plan de l'aréa, orné de tubercules disposés en séries obliques de haut en bas et d'arrière en avant. Un sillon bien marqué, surtout sur la valve gauche, limite en avant la carène marginale. Les premières côtes des flancs sont droites, les autres de plus en plus arquées ; les plus rapprochées du crochet s'atténuent et s'infléchissent en arrivant au bord antérieur, fortement excavé, et se recourbent vers le crochet. Ces côtes, au nombre de 25 environ sur les échantillons adultes, sont planes, séparées par des intervalles plus larges qu'elles.

Deux des types de Sowerby sont de l'Oxfordien de Weymouth (fig. 1-2) ; ils ont été rapportés à tort par d'Orbigny (Prodr., I, p. 338) à la *Tr. carinata,* Agass. du Néocomien (Lycett, Mon. Trig., p. 157). La fig. 3 de Sowerby représente un échantillon provenant de France.

Sous le nom de *Tr. cardissa,* Agassiz a décrit et figuré des exemplaires du Musée de Bâle, provenant des environs du Mans ; la nature marneuse de la gangue de ces spécimens, mentionnée par Agassiz, ne laisse pas de doute sur le niveau géologique de ces exemplaires qui ont été certainement recueillis dans l'Oxfordien de la Sarthe.

D'Orbigny, Hébert, Oppel ont déjà fait passer le nom de *Tr. cardissa* en synonyme de celui de *Tr. elongata.* Nous adoptons cette interprétation malgré l'opinion de Lycett (Mon. Brit. Trig., p. 157) qui considère l'espèce française comme distincte de celle d'Angleterre ; l'inflexion vers le crochet des côtes des flancs au bord antérieur, donnée comme caractéristique, s'observe sur les échantillons de l'Oxfordien Normand, dont la *Tr. cardissa,* d'Agassiz, diffère moins que les variétés *lata* et *angustata,* de Lycett ne diffèrent de la forme type.

En Angleterre, où la *Trigonia elongata* est bien développée, Lycett en distingue trois variétés (normale, var. *lata,* var. *angustata).* Les formes normales (fig. 3) sont semblables aux formes Normandes de

Digitized by Google

l'Oxfordien, sauf pour la taille qui est plus considérable et l'ornementation de l'aréa, formée de côtes rayonnantes, non tuberculeuse, et le nombre des côtes des flancs, moins nombreuses que dans les échantillons Normands.

La variété *angustata,* de Lycett, est la *Tr. Œhlerti,* n. sp. (voir cette espèce).

Cette espèce se rapproche de la *Trigonia tenuicostata* du Bajocien par sa forme très élevée, mais elle s'en distingue par son épaisseur plus grande, ses crochets fortement recourbés, les carènes tuberculeuses de son aréa, l'ornementation de cette partie de la coquille, formée dans la *Tr. tenuicostata* de côtes fines et nombreuses.

ÉTAGES ET LOCALITÉS. — Oxfordien inférieur (Callovien, Zône à *St. macrocephalum*, Z. à *A. anceps)* de l'Orne et de la Sarthe; Oxfordien moyen des côtes du Calvados et de la Sarthe. — En Angleterre : Cornbrash des comtés du Nord (var. *lata* de Lycett); Oxford-Clay de Weymouth (forme type). — En Allemagne : Oxfordien inférieur (Callovien, Z. à *Amm. macrocephalus)* d'Ehningen (d'après Oppel).

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. X, fig. 7. Échantillon vu par la valve gauche de l'Oxfordien moyen de Villers (Calvados), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 7 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 7 *b*. Le même, vu par la face antérieure.

16. TRIGONIA ŒHLERTI, n. sp.

(Pl. X, fig. 5-6).

1875 *Trigonia elongata,* var. *angustata,* Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 154, pl. XXX, fig. 1-2.
» *Bachelieri,* auct. non d'Orb.

Coquille très renflée, beaucoup plus haute que large, à crochets fortement recourbés en dedans. Bord antérieur très long, presque droit; bord palléal oblique; angle postérieur obtus; bord postérieur

Digitized by Google

très allongé ; bord supérieur très oblique, assez long, formant avec le bord postérieur un angle très obtus. Aréa extrêmement développée, presque perpendiculaire aux flancs, limitée par une carène marginale crénelée ; cette aréa est ornée de côtes saillantes, lamelleuses, divisées en deux groupes par une carène médiane à peine distincte ; la portion externe de l'aréa est légèrement concave ; la carène interne est absente ; l'écusson est très large et court, orné de côtes obliques de dehors en dedans et de bas en haut. Les flancs sont ornés de côtes obliques légèrement arquées, fortement infléchies et perpendiculaires à la commissure en arrivant du côté antérieur, très excavé.

Cette forme est assez différente de la *Tr. elongata* pour être distinguée comme espèce. Elle a été prise pour la *Tr. Bachelieri,* d'Orb., qui provient probablement non du Callovien, mais de l'Oxfordien de Sainte-Scolasse et qui est la *Tr. Meriani,* Agass.

La forme du Cornbrash du N. de l'Angleterre, rapportée par Lycett sous le nom de var. *angustata* à la *Tr. elongata,* appartient certainement à cette espèce.

La *Tr. Œhlerti* est une espèce bien caractérisée par sa forme très renflée, gibbeuse, très allongée ; elle se distingue de la *Tr. elongata* par sa forme moins trigone, plus allongée, sa région des crochets moins aiguë, ses côtes plus arquées, sa carène marginale moins fortement crénelée, ses carènes médiane et interne non différenciées, l'ornementation moins marquée de son aréa et de son écusson.

Étage et Localités. — Callovien inférieur (Zône à *Stephanoceras macrocephalum) :* Sainte-Scolasse-sur-Sarthe (Orne). Rare. — Angleterre : Cornbrash des comtés du Nord.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. X, fig. 5. Échantillon vu par la valve gauche venant de l'Oxfordien inférieur de Sainte-Scolasse-sur-Sarthe (Orne), et de la collection Deslongchamps. — Fig. 6. Échantillon de Sées (Orne), valve droite, collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig 6 *a*. Le même, vu par la face postérieure.

Digitized by Google

17. TRIGONIA MERIANI, Agass.

(Pl. X, fig. 1 et pl. XI, fig. 1).

1830	*Trigonia costata,*		Zieten, Pétr. du Wurtemberg, p. 78, pl. LVIII, fig. 5.
1840	»	*Meriani,*	Agass., Mon. des Trigonies, p. 41, pl. XI, fig. 9.
1849	»	*Bachelieri,*	d'Orb., Prodr., t. I, p. 328, n° 163.
1851	*Lyriodon costatus,*		Bronn, Lethæa Geogn., 2e éd., p. 241, pl. XX, fig. 4.
1877	*Trigonia Meriani,*		Lycett, Brit. foss. Trig., p. 167, pl. XXXI, fig. 1-3.
1886	»	»	Guillier, Géol. Dép. Sarthe, p. 189.

Cette espèce, d'assez grande taille, est presque trigone, moyennement renflée, plus large que haute. Les crochets sont très rapprochés du bord antérieur, presque marginaux ; le bord antérieur est droit ; le bord palléal presque droit, légèrement excavé vers l'angle postérieur qui est assez aigu. Le bord postérieur de l'aréa est peu large, son bord supérieur assez long. L'aréa, étroite, forme avec les flancs un angle de 45° ; elle est ornée de côtes rayonnantes, légèrement tuberculeuses, croisées par des lignes d'accroissement assez espacées ; la carène marginale est étroite, basse, à peine crénelée dans la partie la plus éloignée du crochet ; la carène médiane, bien indiquée, est étroite, peu saillante ; la carène interne qui sépare l'aréa de l'écusson est un peu plus volumineuse que la carène médiane et tuberculeuse. L'écusson est très allongé, étroit, situé dans un plan différent de celui de l'aréa et marqué de côtes légèrement tuberculeuses, très obliques de haut en bas et de dedans en dehors. Les flancs sont très larges, limités en arrière sur la valve gauche par un sillon étroit ; les côtes des flancs sont nombreuses, plates, séparées par des intervalles plus larges qu'elles, horizontales, légèrement infléchies vers le bord palléal du côté postérieur, fortement infléchies vers les crochets du côté postérieur, puis redevenant horizontales, fines, sur le bord antérieur qui est légèrement excavé.

Le type de la *Trigonia Bachelieri,* d'Orb., est une *Tr. Meriani ;* d'Orbigny indique comme provenance le Callovien de Sainte-Scolasse-sur-Sarthe (Orne), localité située sur l'Oxfordien moyen (Argiles à pernes).

Digitized by Google

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Oxfordien moyen de la côte du Calvados et de la Sarthe ; Calcaire oolithique (Corallien) d'Écommoy (Sarthe), d'après Guillier. — En Angleterre : Coralline oolite du Wiltshire, Oxfordshire, Yorkshire, d'après Lycett. — Corallien oolithique des environs de Soleure (types d'Agassiz).

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. X, fig. 1. Échantillon vu par la face postérieure de l'Oxfordien moyen de Villers (Calvados), et de la collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 1 *a*. Le même, vu par la face antérieure. — Pl. XI, fig. 1. Le même, vu par la valve gauche.

18. TRIGONIA GLOSENSIS, n. sp.

(Pl. XI, fig. 6).

Coquille beaucoup plus haute que large, presque quadrilatère, à bord palléal très oblique, angle postérieur acuminé, presque droit ; bord postérieur de l'aréa très long ; bord supérieur long et formant avec le précédent un angle très ouvert. Aréa assez large, formant avec les flancs un angle de 45°. Ceux-ci ornés de côtes très obliques, se relevant fortement vers les crochets du côté antérieur.

L'échantillon type est trop mal conservé pour qu'on puisse en donner une description complète, mais il présente une forme très élevée, très oblique qui permet de distinguer très nettement cette espèce des autres formes du Jurassique supérieur. La forme la plus voisine est la *Tr. bipartita,* du Bajocien supérieur, plus transverse et possédant une aréa beaucoup plus large, un angle postérieur moins aigu.

ÉTAGE ET LOCALITÉ. — Corallien (Couches à *Trigonia Bronni*). Glos (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XI, fig. 6. Échantillon des sables coralliens de Glos, de la collection Deslongchamps.

Digitized by Google

19. TRIGONIA PAPILLATA, Agass.

(Pl. X, fig. 2-3, pl. XI, fig. 2-5).

1840	*Trigonia papillata,*		Agass., Mém. sur les Trigon., p. 39, pl. V, fig. 10-14
1850	»	»	d'Orb., Prodr., t. II, p. 51.
1863	»	»	Dollfus, Faune Kimm. de la Hève, p. 22, n° 78.
1872	»	»	de Loriol, Jur. sup. de la Haute-Marne, p. 304, pl. XVI, fig. 27.
1867	»	»	Lennier, Ét. géol. et pal. sur fal. emb. Seine, p. 94.
1877	»	*monilifera,*	Lyc., Mon. Brit. foss. Trig., p. 165, pl. XXX, fig. 1-2.
1878	*Lyrodon suprajurense,*		Bayle, Expl. Carte Géol. Fr., t. IV, pl. CXIX, fig. 1-2.

Coquille aussi haute que large, très renflée ; crochets très recourbés en dedans, placés très près du bord antérieur qui est légèrement arrondi ; bord palléal oblique, à peine excavé ; angle postérieur aigu. Aréa peu large, dont le plan forme avec celui des flancs un angle de 45°, ornée de côtes bien marquées, au nombre d'une dizaine, à peine tuberculeuses, croisées par des lignes d'accroissement. Carènes marginales bien marquées, celle de la valve droite très large, celle de la valve gauche plus étroite, séparée des flancs par un sillon ; ces carènes sont marquées de côtes transverses saillantes ; la carène médiane est presque toujours absente et la séparation de l'aréa en deux moitiés produite par un sillon ; la carène interne est mieux marquée, noduleuse. Écusson bien développé, marqué seulement de côtes très obliques de haut en bas et d'avant en arrière. Les flancs sont ornés de côtes espacées, dont les plus rapprochées du bord palléal s'infléchissent en bas au voisinage de la carène marginale ; leur extrémité antérieure est très relevée vers le haut, puis, en arrivant au bord palléal redevient perpendiculaire à la ligne commissurale.

Dans le jeune âge la coquille est presque aussi large que haute, la carène médiane mieux marquée, épineuse (sur la valve gauche) ; c'est un échantillon de cette taille qui a servi de type à Agassiz.

Digitized by Google

Les sables de Glos et les grès à *Trigonia Bronni* d'Hennequeville renferment une variété un peu plus transverse que la *Tr. papillata,* moins épaisse, les côtes moins obliques et plus arquées, non déjetées au voisinage de la carène marginale ; l'aréa rappelle par son ornementation, toutefois moins accentuée, celle de la *Tr. Meriani.*

Les formes de la *Tr. papillata* adultes et typiques se distinguent très facilement de la *Tr. Meriani* de l'Oxfordien par leur forme plus renflée, moins haute, l'étroitesse de leurs flancs, ornés de côtes moins nombreuses, l'obliquité de leur bord palléal, l'ornementation de l'aréa, le développement des carènes marginales.

Les types de la *Tr. papillata* d'Agassiz proviennent, selon cet auteur, de Dives, mais il y a eu certainement confusion, et les échantillons ont dû être recueillis dans le Kimméridien de Criquebeuf (Calvados) ou du Havre. Nous retrouvons les caractères de *Tr. papillata* adulte dans les figures de *Tr. monilifera* données par Lycett, mais l'assimilation faite par Lycett nous paraît devoir être rejetée. M. de Loriol affirme l'identité de la *Tr. papillata* de la Haute-Marne avec l'espèce du Havre. Celle-ci a été très exactement figurée par M. Bayle sous le nom de *Lyrodon suprajurense,* Ag. sp., mais le type de *Tr. suprajurensis* provient du Portlandien du Jura et la figure donnée par Agassiz ne rappelle pas les échantillons du Havre ; au contraire les jeunes *Tr. papillata* du Kimméridien de cette localité sont conformes à la figure 10, pl. V, du Mémoire d'Agassiz. Nous conservons pour cette raison à l'espèce du Havre le nom de *Tr. papillata* sous lequel elle est généralement connue. Le nom de *Tr. suprajurensis* ne peut d'ailleurs être employé pour désigner cette espèce. Sous le nom d'*Unio suprajurensis,* Römer (Ool. Geb., 2e p., p. 35) a décrit une Trigonie nommée ensuite par Agassiz (Mém. sur Trigonies, p. 41) *Tr. Rœmeri.*

Étages et Localités. — Couches à *Tr. Bronni* de Glos et Hennequeville (Calvados). — Ptérocérien de Criquebeuf (Calvados) et du Havre (Seine-Inférieure). — Astartien et Ptérocérien de la Haute-Marne. — En Angleterre : Coralline oolite de Wilts et Weymouth ; Kimmeride-Clay, Infér. de Weymouth, Wotton Basset, Swindon (d'après Lycett).

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. X, fig. 2. Échantillon de forme type, provenant du Ptérocérien du Havre, vu par la face postérieure. — Fig. 2 *a*. Le même, vu par la face antérieure. — Pl. XI, fig. 2. Le même, vu par la valve gauche (Coll. Fac. Sc. Caen). — Fig. 4. Échantillon de petite taille de la même localité, valve gauche. — Fig. 5. Le même, vu du côté antérieur (Coll. Fac. Sc. Caen). — Fig. 6. Valve gauche d'une variété provenant d'Hennequeville. — Pl. X, fig. 3. La même, vue du côté postérieur (Coll. Deslongchamps).

Digitized by Google

GLABRÆ.

20. TRIGONIA EUDESI, n. sp.

(Pl. XII, fig. 1-2).

Coquille plus large que haute, médiocrement bombée, rétrécie du côté postérieur. Crochets peu saillants, recourbés en dedans ; bord antérieur presque droit, légèrement arrondi ; bord palléal légèrement arqué ; bord supérieur long, légèrement excavé. Aréa étroite, faisant avec les flancs un angle d'environ 45° ; cette aréa est lisse, marquée seulement de côtes d'accroissement, sauf dans le voisinage des crochets où elle présente des sillons obliques. L'écusson est allongé, concave. Les flancs sont très larges ; ils présentent dans la région des crochets 6 à 7 petites côtes transversales, arquées, à concavité supérieure ; le reste des flancs est lisse, marqué seulement de côtes d'accroissement, sauf du côté antérieur où existent une vingtaine de côtes transverses, courtes, peu saillantes, obliques de haut en bas et d'avant en arrière, présentant une légère convexité vers la partie supérieure.

Dans le jeune âge la coquille est quadrilatère, l'angle postérieur est légèrement prolongé en rostre ; l'aréa triangulaire, confondue avec l'écusson et séparée des flancs par une carène mousse, à peine indiquée, est ornée de côtes obliques, bien marquées, séparées par des sillons aussi larges qu'elles. Les côtes qui ornent les flancs sont assez arquées, parallèles au bord palléal ; les plus éloignées du crochet prennent en approchant de l'aréa une légère inflexion dont les côtés sont parallèles à ceux du rostre de l'angle postérieur.

Cette forme présente deux variétés, l'une beaucoup plus transverse que le type dont elle présente tous les autres caractères.

Digitized by Google

Les jeunes de cette espèce ont de grandes ressemblances avec la forme décrite par Sowerby (Min. Conch., p. 8, pl. DVII, fig. 4-5) sous le nom de *Tr. cuspidata* et dont les types proviennent de la Grande-Oolithe d'Ancliff. — Cette *Trigonia cuspidata* est considérée par Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., p. 59) comme le jeune âge de la *Tr. Moretoni,* de la Grande-Oolithe d'Angleterre, appartenant à la famille des *Clavellatæ.*

La *Tr. Eudesi* n'a de rapports qu'avec les *Tr. Lingonensis,* Dumortier, du Lias moyen et *Tr. Beesleyana,* Lycett, de l'Oolithe inférieure, qui forment avec elles la petite section des *Semi-Læves.* La *Tr. Lingonensis* s'en distingue par sa forme beaucoup plus orbiculaire, plus renflée, l'existence d'une crête médiane sur l'aréa, les côtes qui ornent le bord antérieur de la coquille s'étendant plus loin sur les flancs. — *Tr. Eudesi* se distingue également bien de la *Tr. Beesleyana,* forme plus orbiculaire, dont l'aréa plus large est ornée de côtes transverses.

Étage et Localités. — Bathonien supérieur (Couches à *Z. cardium*) de Luc et Langrune (Calvados). Peu commune.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XII, fig. 1. Valve droite d'un échantillon de Langrune, de la collection Deslongchamps. — Fig. 2. Valve droite d'un échantillon de forme plus allongée, de Luc, et de la collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 2 *a*. Le même, vu par la face postérieure.

Digitized by Google

UNDULATÆ.

21. TRIGONIA CLYTIA, d'Orb.

(Pl. XII, fig. 3-4).

1849 *Trigonia clytia,* d'Orb., Prodr., t. I, p. 309, n° 228.
1874 » » Lycett, Brit. foss. Trig., p. 76, pl. XI, fig. 4-5, pl. XVII, fig. 7.

D'Orbigny a donné de cette espèce dans le Prodrome une courte diagnose « *Coquille singulière par ses côtes concentriques, formant de deux en deux un angle sur la région anale, indépendamment de l'aréa costulée en travers.*

Lycett a donné une description complète de la *Trigonia clytia :* « Coquille petite, subtrigone, modérément convexe ; crochets élevés, sub-médians, aigus, recourbés ; côté antérieur avancé, se reliant avec le bord inférieur *(palléal)* par une courbe elliptique ; bord supérieur court, quelque peu convexe, se reliant brusquement dans sa partie inférieure à l'extrémité postérieure pointue. Écusson petit et déprimé. Aréa étroite ; le plan de sa surface forme presque un angle droit avec celui du reste de la coquille ; elle est traversée par un petit nombre de côtes larges et déprimées, qui s'effacent en passant sur la carène médiane ; les trois carènes sont légèrement noduleuses ; les carènes interne et médiane sont très petites, la carène marginale est plus marquée. Le reste de la coquille a des côtes plates, nombreuses, petites, très serrées, convexes du côté inférieur, concaves du côté supérieur ; leur direction présente une légère courbure oblique vers la carène ; les quatre premières côtes formées sont simplement horizontales, les côtes suivantes se jettent brusquement en haut à

Digitized by Google

leur extrémité supérieure, formant une série d'angles droits, dont chacun part de deux en deux côtes. Le nombre total des côtes dans les coquilles adultes est de 19 ou 20 dans un spécimen de huit lignes de haut. Dans les spécimens âgés les côtes peu nombreuses formées en dernier lieu sont petites, indistinctes, interrompues ou ondulées ; leurs extrémités postérieures deviennent quelquefois noduleuses quand l'ornementation commence à s'effacer. »

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bathonien supérieur (Bradford-Clay) de Luc et Langrune (Calvados). — En Angleterre : Grande-Oolithe des environs de Bath ; Cornbrash de Westbrook et Trowbridge.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XII, fig. 3. Valve gauche de Langrune, collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 4. Valve droite de la même localité, collection Deslongchamps. — Fig. 4 *a*. La même, grossie deux fois.

22. TRIGONIA DETRITA, Terq. et Jourdy.

(Pl. XII, fig. 6-7).

1869 *Trigonia detrita*, Terq. et Jourdy, Mon. Ét. Bath. de la Moselle, p. 111, pl. XII, fig. 1-2.
1874 » » Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 75, pl. X, fig. 3-4.

Cette espèce est voisine de la *Tr. clytia,* mais elle est plus transverse, les côtes des flancs sont plus larges et moins nombreuses, et surtout l'ornementation de l'aréa est très différente, formée de côtes transverses très fines sauf au sommet de l'aréa où elles sont plus marquées ; un sillon sépare l'aréa en deux moitiés et la carène interne faiblement indiquée est ornée d'une rangée de tubercules très fins, allongés transversalement.

Lycett indique cette espèce dans le Forest marble du Wiltshire et le Cornbrash d'Hilperton ; il signale l'espèce dans le Bathonien

Digitized by Google

supérieur (Couches à *Z. cardium)* de Ranville (Calvados) où cette espèce est peu commune.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XII, fig. 6-7. Valves droites de Ranville, de la collection Deslongchamps.

23. TRIGONIA EUGENII, n. sp.

(Pl. XII, fig. 5).

Coquille de taille moyenne, peu renflée, de beaucoup plus large que haute ; crochets saillants et recourbés, très antérieurs. Bord antérieur presque droit, bord palléal légèrement arqué ; angle postérieur sub-arrondi. Aréa étroite dont le plan forme avec celui des flancs un angle de 45° ; carène marginale de l'aréa visible seulement dans le jeune âge jusqu'au niveau de la huitième côte des flancs, disparaissant ensuite ; aréa marquée dans le jeune âge de côtes transversales, remplacées par des stries fines ; la partie de l'aréa voisine des crochets est divisée en deux par un sillon longitudinal qui s'élargit ensuite et rend le bord postérieur de l'aréa légèrement concave. Écusson grand et concave, finement strié ; fossette ligamentaire très enfoncée. Les six premières côtes des flancs sont saillantes, arquées, la sixième plus arquée que les précédentes ; les suivantes parallèles du côté antérieur, sur la plus grande partie de leur longueur, au bord palléal, se recourbent brusquement à angle droit vers le haut ; les plus rapprochées de l'angle postérieur sont simplement perpendiculaires au bord palléal qui les coupe ; entre ces côtes anguleuses s'intercalent au bord antérieur des côtes droites qui ne traversent pas toute la largeur des flancs.

Cette espèce est très voisine de la *Tr. V-costata,* Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., p. 66, pl. XV, fig. 1), de l'oolithe inférieure d'Angleterre, dont elle se distingue par sa forme beaucoup plus transverse, son bord antérieur droit.

Elle se distingue aussi de la *Tr. detrita,* Terq. et Jourdy du

Digitized by Google

Bathonien de la Moselle, du Forest marble et du Cornbrash d'Angleterre par sa forme moins renflée, son aréa moins ornée, marquée dans *Tr. detrita* de côtes transverses, obliques, bien indiquées.

ÉTAGE ET LOCALITÉ. — Bathonien supérieur (Couches à *Z. cardium*). Langrune (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XII, fig. 5. Échantillon de Langrune, de la collection de la Faculté des Sciences de Caen, vu par la valve gauche. — Fig. 5 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 5 *b*. Le même, vu par la face antérieure.

24. TRIGONIA, sp ?

Le Bathonien moyen (oolithe miliaire) du département de l'Orne renferme une espèce voisine de celle de l'Oolithe inférieure figurée par Lycett, pl. XXXVII, fig. 2 de sa Monographie sous le nom de *Trigonia producta,* Lyc. L'échantillon le mieux conservé de cette espèce est figuré pl. XII, fig. 11 de notre mémoire ; il est malheureusement incomplet et nous devons attendre de meilleurs spécimens pour faire l'étude de cette espèce.

Digitized by Google

SCAPHOIDEÆ.

25. TRIGONIA BATHONICA, Lycett.

(Pl. XII, fig. 9).

1857 *Trigonia Bouchardi,* Oppel, Juras., p. 486.
1863 » *Bathonica,* Lycett, Great ool. moll. suppl., p. 52, pl. XI, fig. 3.
1872 » » Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 17, pl. I, fig. 3.
1849 » *Cybele,* d'Orb., Prodr., t. I, p. 309, n° 231.

Coquille sub-triangulaire, déprimée, crochets antérieurs, mais un peu éloignés du bord, recourbés en dedans et légèrement en arrière ; bord antérieur et angle antérieur formant une courbe prononcée ; bord palléal arqué, excavé dans sa partie postérieure. Extrémité postérieure rostrée, tronquée. Bord postérieur de l'aréa très court ; bord supérieur concave. Aréa étroite, bordée par une carène arquée, étroite, mais bien distincte, légèrement épineuse ; l'aréa divisée en deux moitiés par un sillon est ornée de côtes transverses, fines, serrées. L'écusson est allongé, étroit, très enfoncé, orné de crêtes transversales. Les flancs sont très larges, ornés de côtes nombreuses, serrées, épineuses. Les premières côtes sont très fines, formées de rangées de petits tubercules, descendant d'abord verticalement, puis se relevant vers les crochets en passant sur le côté postérieur ; les autres sont droites, quelquefois bifurquées à leur extrémité et vont en diminuant de longueur en approchant de l'angle postérieur.

Cette espèce a été établie par Lycett d'après un seul échantillon de la Grande-Oolithe des environs de Bath. Lycett signale pour différencier cette espèce de la *Tr. duplicata* l'absence de bifurcation et de

Digitized by Google

côtes intercalaires sur le bord et l'absence de côtes concentriques au sommet ; ce dernier caractère distingue aussi cette espèce de la *Tr. gemmata,* Lyc. La description qui a été donnée ci-dessus montre que l'absence de côtes intercalaires ou bifurquées n'est pas caractéristique.

Oppel a signalé sans la décrire une espèce qu'il a nommée *Tr. Bouchardi.* Cette espèce étant identifiée par MM. Rigaux et Sauvage avec la *Trigonia Bathonica,* le nom de *Tr. Bouchardi* doit tomber en synonymie. Il en est de même du nom de *Tr. Cybele* attribué par d'Orbigny à la même espèce et accompagné seulement dans le Prodrome d'une description insuffisante pour faire reconnaître l'espèce (1) qui n'a d'ailleurs pas été retrouvée dans la collection d'Orbigny.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bathonien supérieur (Couches à *Z. cardium)* des diverses localités du Calvados.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XII, fig. 9. Échantillon de Ranville, vu par la valve gauche, de la collection Deslongchamps.

26. TRIGONIA BERGERONI, n. sp.

(Pl. XII, fig. 8).

Coquille triangulaire, déprimée, crochets antérieurs, mais un peu éloignés du bord, légèrement recourbés en arrière. Bord antérieur et angle antérieur formant une courbe prononcée ; bord palléal arqué ; extrémité postérieure sub-rostrée, l'angle postérieur aigu ; bord postérieur de l'aréa faisant un angle obtus avec le bord supérieur qui est légèrement concave. Aréa étroite, légèrement concave, limitée par une carène marginale bien distincte, légèrement courbe, un peu épineuse ; l'aréa, partagée en deux moitiés par un sillon est ornée de fines stries transverses ; l'écusson est concave, étroit, marqué de

(1) Espèce oblongue, ornée de côtes rayonnantes, épineuses.

Digitized by Google

crêtes obliques. Les flancs sont larges, ornés de côtes dont la direction est perpendiculaire au bord palléal ; les premières sont rapprochées, peu larges, bifurquées à leur extrémité, se recourbant brusquement sur le côté antérieur, qui est ainsi orné de côtes nombreuses, rapprochées, perpendiculaires à la ligne commissurale ; les autres côtes sont plus volumineuses, se bifurquant quelquefois à leur extrémité et vont en diminuant de longueur à mesure qu'on se rapproche de l'angle postérieur.

Cette espèce est parfaitement caractérisée et se distingue très nettement des formes voisines de la section des *Scaphoïdeæ ;* la plus voisine est *Tr. duplicata,* Sow., du Bajocien, dont les côtes qui ornent les flancs sont moins volumineuses, les premières, c'est-à-dire celles qui sont le plus rapprochées du crochet ayant une direction arquée qui ne se trouve pas dans la *Tr. Bergeroni.* La *Tr. Bathonica* s'en écarte encore davantage, possédant des côtes très nombreuses, épineuses. Quant à la *Tr. Snaintonensis,* Lyc., les côtes en sont tuberculeuses et irrégulières, ce qui ne permet pas de confondre les deux espèces.

Étage et Localité. — Bathonien supérieur (C. à *Z. cardium*). Ranville (Calvados). Rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XII, fig. 8. Valve droite de Ranville, de la collection Deslongchamps.

26 *bis.* TRIGONIA SNAINTONENSIS, Lycett.

1879 *Trigonia Snaintonensis,* Lyc., Mon. Brit. Foss. Trig., Addenda, p. 198, pl. XLI, fig. 1-2.

Nous trouvons dans les manuscrits de E.-E. Deslongchamps la note suivante : « Les types de la *Tr. Snaintonensis* proviennent du *Lower calcareous grit* de Snainton, près Scarborough ; ils paraissent présenter, avec la forme générale d'une espèce des couches à Pernes (Oxfordien) de la Sarthe, des côtes un peu plus épaisses, mais les

Digitized by Google

figures de Lycett sont très défectueuses et l'identité est difficile, sinon impossible à constater. » E.-E. Deslongchamps signale en outre l'existence de cette espèce dans le calcaire ferrugineux (Zône à *Amm. anceps*) du Callovien d'Exmes (Orne) et Montbizot (Sarthe).

La *Trigonia spinifera,* d'Orb., 1849, des couches à *A. cordatus* de Neuvizy (Ardennes), nous semble identique à la *Tr. Snaintonensis* de Lycett. Comme la *Tr. Snaintonensis,* elle présente la forme générale de la *Tr. recticosta,* Lyc., du Bajocien, mais plus convexe et avec une aréa plus étroite sans côte médiane, qui la rapproche de la *Tr. gemmata,* Lyc., du Bajocien dont l'aréa est bordée par une carène marginale plate et une carène interne légèrement papilleuse. Dans la forme de Neuvizy comme dans celle de Snainton les premières côtes des flancs sont transverses, les autres perpendiculaires au bord palléal ; nous constatons cependant sur les types de la *Tr. spinifera* de la collection d'Orbigny, entre les rangées transverses de tubercules qui avoisinent le crochet, des côtes fines perpendiculaires semblables à celles des espèces du groupe de la *Tr. striata ;* ce caractère n'est ni figuré ni signalé pour la *Tr. Snaintonensis.*

Nous n'avons pu trouver d'exemplaires Normands se rapportant à la *Tr. Snaintonensis,* dont E.-E. Deslongchamps signale l'existence dans nos régions.

27. TRIGONIA BAYLEI, Dollfus.

(Pl. XII, fig. 10).

1862 *Trigonia Baylei,* Dollfus, Bull. Soc. Géol. Fr., 2e série, t. XIX, p. 614, pl. XV.

1863 » » » Faune Kimméridienne du Cap de la Hève, p. 65, pl. X, fig. 4-5.

Nous devons à l'obligeance de M. Douvillé la communication du type figuré par Dollfus dans le *Bulletin de la Société Géologique,* 2e série, t. XIX, pl. XV, fig. 1-3 et reproduit Faune Kimméridienne de la Hève, pl. X, fig. 4-5 ; les figures de Dollfus représentent l'échantillon un peu restauré et celles de la Faune Kimméridienne sont

Digitized by Google

même inexactes ; le sillon qui sépare les côtes verticales des flancs des côtes horizontales du côté antérieur est beaucoup trop accentué ; il ne s'étend pas dans l'échantillon jusqu'au bord inférieur, les dernières côtes du bord antérieur se continuant avec celles des flancs en formant un angle droit.

Cette forme est le type le plus net du groupe des *Scaphoïdeæ* que renferme le Jurassique de Normandie ; la disposition des côtes est absolument la même que dans la *Tr. navis,* type du groupe, mais la forme est triangulaire, les rangées verticales de tubercules sont plus nombreuses, les tubercules plus fins et plus serrés ; les rangées horizontales du bord antérieur sont formées de tubercules, non de côtes comme dans la *Tr. navis*. Elle se distingue aussi très bien de la *Tr. Bergeroni* par sa forme triangulaire, plus renflée, ses rangées de tubercules qui ne sont pas bifurquées à leur extrémité, la disposition des côtes du côté antérieur.

ÉTAGE ET LOCALITÉ. — Kimméridien moyen (Ptérocérien) du Havre où elle est très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XII, fig. 10. Type de Dollfus, de la collection de l'École des Mines, vu par la valve droite. — Fig. 10 *a*. Le même, vu par la face antérieure. — Fig. 10 *b*. Le même, vu par la face postérieure.

Digitized by Google

CLAVELLATÆ.

28. TRIGONIA STRIATA, Sow.

(Pl. XIII, fig. 1).

1819	*Trigonia striata,*		Sow., Min. Conch., p. 63, pl. CCXXXVII, fig. 1-3.
1849	»	»	d'Orb., Prodr., t. I, p. 278, n° 312.
1857	»	»	Oppel, Juraformation, p. 407, n° 149.
1872	»	»	Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 36, pl. V, fig. 6, 7, 8.
1840 non	»	»	Agass., Mém. sur Trig., pl. IV, fig. 10-12 (= *Tr. Moutierensis,* Lycett).
1840 non	*Lyrodon striatum,*		Goldf., Petref. Germ., p. 201, pl. CXXXVII, fig. 2.

Cette espèce forme le type d'un groupe très répandu dans le Bajocien et dont on peut considérer les *Tr. formosa,* Lyc., *Phillipsi,* Morr. et Lyc., *Moutierensis,* Lyc., comme de simples modifications (1).

(1) Les types de la *Tr. Proserpina* de la collection d'Orbigny comprennent des moules externes très incomplets provenant d'Asnières (Sarthe) et qui appartiennent à une espèce du groupe de la *Tr. striata.* C'est donc à tort que la *Tr. Proserpina* a été considérée par Lycett comme synonyme de *Tr. duplicata* de l'oolithe inférieure. — Un second carton renferme un petit échantillon provenant des environs de Conlie (Sarthe) et qui appartient à une espèce nouvelle, voisine de la *Tr. gemmata,* Lycett, de l'oolithe inférieure d'Angleterre, mais s'en distinguant par sa forme plus courte, ses côtes plus droites, un nombre moindre de côtes concentriques au sommet. C'est donc à cette forme qu'il conviendrait de réserver le nom de *Tr. Proserpina,* mais de meilleurs échantillons sont nécessaires pour décider cette question. Ajoutons que d'Orbigny cite à tort le Bajocien comme gisement ; on sait depuis que les espèces indiquées Guéret (Sarthe) dans le Prodrome viennent du Bathonien d'une localité qui s'appelle Hyéré et non Guéret.

Nous signalons parmi les espèces de d'Orbigny qui doivent disparaître :

Trigonia Clio, établie sur deux échantillons dont l'un est indéterminable et dont l'autre est *Tr. pullus.*

» *Chiron.*

» *Cybele,* dont les types ne font point partie de la collection d'Orbigny.

Digitized by Google

Elle se reconnaît facilement à sa forme sub-carrée, à la largeur de son aréa qui occupe les deux cinquièmes de la largeur de la valve, et à son ornementation. L'aréa, formant avec les flancs un angle très ouvert, est limitée par une carène marginale peu élevée et garnie de petits tubercules rapprochés ; cette aréa est divisée en deux moitiés par un sillon ; son ornementation se compose de stries obliques, serrées, les plus rapprochées du crochet devenant de véritables côtes. L'écusson est étroit, enfoncé, moyennement allongé, lisse. Les flancs sont ornés de côtes arquées, assez nombreuses, séparées par des intervalles plus larges qu'elles, les dernières presque droites, perpendiculaires à la carène marginale et coupées par le bord palléal ; ces côtes sont ornées de tubercules fins, très serrés ; les espaces qui séparent les 4 ou 5 côtes les plus voisines du crochet présentent de petites crêtes perpendiculaires à la direction des côtes.

Les types de cette espèce, figurés par Sowerby, proviennent de l'Oolithe inférieure de Dundry Hill. D'Orbigny a confondu cette espèce avec la *Trigonia Moutierensis*, Lyc.; les échantillons de *Tr. striata* qui figurent dans la collection d'Orbigny et qui proviennent de l'Oolithe ferrugineuse des environs de Port-en-Bessin, sont des *Tr. Moutierensis* parfaitement caractérisées, que d'Orbigny assimile d'ailleurs aux figures 10-12, pl. IV, de la Monographie d'Agassiz, représentant certainement un échantillon de cette espèce provenant des Moutiers-en-Cinglais. Quant aux figures 6-8, pl. IX, de la Monographie d'Agassiz, représentant des jeunes de la *Tr. tuberculata,* que d'Orbigny donne comme représentant également la *Tr. striata,* elles appartiennent probablement à la *Tr. pulchella,* Ag., du Lias supérieur de Gundershoffen, d'où provient précisément l'individu figuré par Agassiz.

Le *Lyrodon striatum* de Goldfuss, pl. CXXXVII, fig. 2, de l'oolithe inférieure des environs de Banz est la *Tr. formosa,* Lycett, forme voisine, mais distincte de la *Tr. striata.*

Étage et Localités. — Bajocien inférieur (Couches à *H. Murchisonæ)* de May, Feuguerolles, Vieux, Fontaine-Étoupefour (Calvados), où elle est assez commune.

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIII, fig. 1. Valve droite de May-sur-Orne, de la collection Deslongchamps. — Fig. 1 *a*. *Tr. striata*, vue du côté antérieur, collection de la Faculté des Sciences de Caen.

29. TRIGONIA FORMOSA, Lycett.

(Pl. XIII, fig. 2).

1840	*Lyrodon striatum,*	Goldf. non Sow., Petref. Germ., p. 201, pl. CXXXVII, fig. 2.
1859	*Trigonia formosa,*	Lycett, Q. J. G. S.
1872	» »	Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 35, pl. V, fig. 4, 5, 6.
1874 ?	» »	Dumortier, Ét. Pal. s. Jur. du Bass. du Rhône, t. IV, p. 302, pl. LXI, fig. 10-11.

La *Trigonia formosa* se distingue de la *Tr. striata* par sa forme beaucoup plus allongée, son extrémité postérieure rétrécie, son aréa plus étroite ; elle est plus voisine de la *Tr. Moutierensis*, dont la forme générale est un peu moins transverse et dans laquelle les côtes qui ornent les flancs s'interrompent sur le bord antérieur où elles sont remplacées par de fines rides transverses.

Étage et Localité. — Bajocien inférieur (Couches à *H. Murchisonæ)* de May (Calvados). Rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIII, fig. 2. Valve droite de May-sur-Orne, de la collection Deslongchamps

Digitized by Google

30. TRIGONIA MOUTIERENSIS, Lycett.

(Pl. XIII. fig. 3-4).

1840	*Trigonia striata,*		Ag., Mém. s. les Trig., p. 21, pl. IV, fig. 10-12 (non Sowerby).
1849	»	»	d'Orb. *(pro parte).* Prodr., t. I, p. 278, n° 312.
1872	»	*Moutierensis,*	Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 36.

Très voisine de la *Tr. striata,* cette espèce s'en distingue par sa taille plus petite, sa forme plus allongée, son aréa plus étroite, ses côtes plus arquées, la répartition des crêtes perpendiculaires qui sur les flancs ornent les espaces entre les côtes et qui s'étendent sur la moitié antérieure des flancs.

Dans sa description de la *Trig. formosa,* Lycett dit qu'il existe en Normandie une espèce autre que la *Tr. formosa,* qui lui est étroitement alliée, lui ressemblant par la forme générale et l'ornementation, mais s'en distinguant par une convexité plus grande et surtout par son aréa : « cette aréa est plus large ; les rangées de tubercules croissent en largeur du côté antérieur ; ces tubercules ont chacun un petit pilier qui descend perpendiculairement vers la côte suivante. L'espace entre les extrémités antérieures des côtes et le bord présente un grand nombre de petites côtes transverses supplémentaires. » Lycett propose pour cette espèce le nom de *Tr. Moutierensis* et figure dans le texte un échantillon d'assez grande taille.

Tous les auteurs, particulièrement d'Orbigny et Agassiz ont confondu cette espèce avec la véritable *striata* de Sowerby. Le type de la *Tr. striata* figuré par Agassiz (pl. IV, fig. 10-12) et provenant des Moutiers-en-Cinglais (Calvados), est *Tr. Moutierensis.* Les échantillons de *Tr. striata* de la collection d'Orbigny se rapportent aussi à cette espèce.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bajocien supérieur (Zône à *Cosm. subfurcatum)* de toutes les localités du Calvados où elle est très commune.

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIII, fig. 3. Échantillon des Moutiers-en-Cinglais (Calvados), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen. — Fig. 3 *a*. Le même, grossi. — Fig. 4. Échantillon de Sully, de la collection Deslongchamps. — Fig. 4 *a*. Le même, très grossi.

30 *bis*. TRIGONIA SIGNATA, Agass.

1840 *Trigonia signata*, Agass., Mém. s. les Trig., p. 18, pl. III, fig. 8 et pl. IX, fig. 5.
1872 » » Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 29, pl. II, fig. 1-3.

Les notes manuscrites de E.-E. Deslongchamps indiquent cette espèce dans le Bajocien inférieur (C. à *A. Murchisonæ*) de Feugerolles (Calvados) où elle serait très rare. — Elle existe dans le Bajocien inférieur (*Z.* à *A. Sowerbyi*) des environs de Nancy.

31. TRIGONIA ADELI, n. sp.

(Pl. XIII, fig. 5).

Coquille très transverse, sub-quadrilatère ; crochets placés très près du bord antérieur ; bord antérieur presque droit ; bord palléal légèrement arqué ; angle postérieur presque droit. Bord supérieur de l'aréa long, légèrement excavé ; bord postérieur de cette aréa légèrement arrondi, formant avec l'angle supérieur un angle obtus. Carènes marginales médiane et interne marquées chacune par une rangée de petits tubercules ; la carène médiane est limitée en dehors par un petit sillon ; des côtes bien marquées traversent l'aréa entre les tubercules de chaque carène et forment au niveau de la carène médiane un angle très obtus dont le sommet est dirigé vers l'angle postérieur. L'écusson est allongé, étroit, perpendiculaire à la ligne commissurale, marqué sur son bord externe de côtes qui font suite

Digitized by Google

aux tubercules de la carène interne. Les flancs sont ornés de tubercules disposés en rangées dont les premières sont simplement arquées ; les suivantes partant très obliquement à la carène s'infléchissent brusquement pour devenir parallèles au bord palléal ; les dernières sont tronquées carrément par le bord palléal.

Cette espèce est nettement caractérisée par la forme de son aréa qui la différencie de la *Tr. Scarburgensis* dont l'ornementation des flancs est la même, mais dont l'aréa ne présente de carènes tuberculeuses et de côtes transverses que dans sa partie supérieure.

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Bajocien supérieur. — Fresnay-la-Mère, Sérans (Orne). Assez commune.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIII, fig. 5. Valve droite de Fresnay-la-Mère (Orne), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

32. TRIGONIA PAINEI, Lycett.

1853 *Trigonia Goldfussi*, Morr. et Lyc., Great ool. Moll., pl. V, fig. 18 (non *Tr. Goldfussi*, Ag., 1840. = *Lyrodon literatum*, Goldf., 1840).

1874 » *Painei*, Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 59, pl. XII, fig. 2-5.

Cette espèce, d'abord confondue avec la *Trigonia Goldfussi*, est assez commune dans le Bathonien moyen (oolithe miliaire) des environs de Sées ; elle est beaucoup plus rare dans le Bathonien supérieure (C. à *Z. cardium*). Elle existe également dans le Bathonien du Boulonnais. Les exemplaires de Normandie sont toujours d'assez petite taille, mais présentent bien les caractères de ceux de la Grande-Oolithe de Minchinhampton.

Digitized by Google

33. TRIGONIA FLECTA, Morr. et Lyc.

(Pl. XIII, fig. 6).

1849 *Trigonia angulata,* d'Orb., Prodr., t. I, p. 308, n° 223.
1853 » *flecta,* Morr. et Lyc., Great ool. Moll., p. 60, pl. V, fig. 20.
1857 » *angulata,* Oppel, Juraform., p. 485, n° 45.
1874 » *flecta,* Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 55, pl. XIV, fig. 7-10.

D'Orbigny et Oppel ont confondu cette espèce avec la *Trigonia angulata* de Sowerby qui est une espèce de l'Oolithe inférieure, de forme plus transverse et avec tubercules moins régulièrement disposés.

La forme générale et les caractères de l'aréa sont les mêmes que dans les spécimens anglais figurés par Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., pl. XIV, fig. 7-10), mais les varices des flancs sont plus régulières et les tubercules qui les ornent du côté postérieur plus fins et plus serrés.

La *Tr. flecta* est comme la *Tr. Painei* une de ces formes intermédiaires entre les *Clavellatæ* et les *Undulatæ,* dont la position dans l'une ou l'autre section est très douteuse.

ÉTAGE ET LOCALITÉ. — Bathonien supérieur de Ranville (Calvados), où elle est très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIII, fig. 6. Valve gauche de Ranville, de la collection Deslongchamps.

34. TRIGONIA SCARBURGENSIS, Lycett.

(Pl. XIII, fig. 7).

1863 *Trigonia Scarburgensis,* Lycett, Pal. Soc., p. 48, pl. XXXVII, fig. 1.
1872 » » Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 31, pl. IV, fig. 1-4.

Nous rapportons à cette espèce un exemplaire du Callovien inférieur de Suré (Orne), figuré pl. XIII, fig. 7 et qui présente de grands

Digitized by Google

rapports avec la jeune de la *Tr. Scarburgensis*, figuré par Lycett pl. IV, fig. 4, et avec des échantillons du Cornbrash de Scarborough qui existent dans les collections de la Faculté des Sciences de Caen (1).

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIII, fig. 7. Valve gauche de Suré (Orne), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

35. TRIGONIA BIZETI, n. sp.

(Pl. XIII, fig. 8).

Coquille de grande taille, peu renflée, sub-quadrilatère, rétrécie en

arrière ; crochets recourbés en arrière et en dedans, proéminents,

(1) Sous le nom de *Tr. Rupellensis*, Lycett a figuré (pl. VIII, fig. 4 et pl. XXXVI, fig. 1-4) une espèce du groupe des *Clavellatæ* provenant du Callovien de Cayton Bay près Scarborough. Cette espèce n'a aucuns rapports avec la *Tr. Rupellensis*, d'Orb., des calcaires à *Amm. Achilles*, de la Rochelle, qui appartient à la section des *Gibbosæ*, ainsi que nous avons pu nous en assurer par l'examen du type de la collection d'Orbigny.

Digitized by Google

placés très près du bord antérieur. Bord antérieur presque droit, légèrement convexe ; angle postérieur arrondi ; bord palléal légèrement arqué ; angle postérieur presque droit, sub-arrondi ; bord supérieur très long, légèrement excavé. Aréa assez large dont le plan forme avec celui des flancs un angle très ouvert. Carènes peu marquées, sauf l'interne dont la place est indiquée par de petits tubercules ; des tubercules semblables marquent l'emplacement de la carène médiane dans la partie voisine des crochets. Les flancs sont très larges, ornés de rangées de gros tubercules, légèrement arqués, qui s'insèrent de plus en plus obliquement par rapport à la carène, à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité postérieure vers laquelle ces rangées deviennent de plus en plus courtes.

Cette espèce nous paraît très voisine de l'échantillon incomplet figuré par MM. Piette et Terquem (Bath. de la Moselle, pl. XII, fig. 3-4) sous le nom de *Tr. Scarburgensis*. Elle se distingue de la *Tr. Scarburgensis* de Lycett par sa forme générale, moins triangulaire, l'absence de carène marginale et la direction des rangées de tubercules des flancs, qui se dirigent vers le bord antérieur dans la *Tr. Scarburgensis,* tandis qu'elle est presque perpendiculaire au bord palléal dans la *Tr. Bizeti*.

Étage et Localité. — Oxfordien inférieure (Couches à *A. macrocephalus)* de Suré (Orne). Assez commune.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIII, fig. 8. Valve gauche de Suré (Orne), de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

36. TRIGONIA HEBERTI, E.-E. Desl.

(Pl. XIV, fig. 1-2).

1819	*Trigonia nodulosa,*	? Lamarck, Animaux sans vertèbres, t. VI, p. 516.
1819	» »	? Lamarck, Encycl. méthod., pl. CCXXXVII, fig. 2.

Digitized by Google

1849	*Trigonia clavellata,*	d'Orb. *(pro parte),* Prodr., t. I, p. 365, n° 292.
1861	» »	Hébert (non Sow.), Journal de Conch., p. 3, pl. VII, fig. 1.
1878	*Myophorella nodulosa,*	Bayle, Expl. Carte géol. Fr., t. IV, pl. CXX, fig. 1, 2, 6, non fig. 5.
1811 non	*Trigonia clavellata,*	Parkinson, Org. Rem., vol. III, pl. XII, fig. 3.
1819 non	» »	Sowerby, p. 197, pl. CXXXVII.
1830 non	» »	Zieten, Petr. Wurt., pl. LVIII, fig. 3.
1840 non	» »	Goldfuss, Petr. Germ., p. 200, pl. CXXXVI, fig. 6.
1840 non	» »	Agassiz, Mém. s. les Trig., pl. V, fig. 16-18.
1872 non	» »	Lycett, Brit. foss. Trig., p. 18, pl. I, fig. 1-2.

Nous nous trouvons pour déterminer le type de cette espèce en présence des mêmes difficultés que nous avons rencontrées à propos de la *Tr. costata,* les auteurs ayant rapporté à la *Tr. clavellata* diverses formes clavellées très différentes les unes des autres.

La première figure de *Trigonia clavellata,* après celle de Luid (1699) est donnée par Parkinson (1811) ; elle se rapporterait plutôt à la *Tr. perlata,* Ag., d'après l'inflexion des rangées de tubercules, les carènes de l'aréa finement tuberculeuses, réunies par des stries transverses.

Il reste beaucoup de doute sur la provenance du type de la *Tr. clavellata* de Sowerby. Les exemplaires que lui assimile Lycett proviennent du Calcareous grit inférieur de Weymouth ; mais la couleur du spécimen de Sowerby indique des argiles bleues Oxfordiennes ou Kimméridiennes. Il n'y a d'ailleurs que peu de rapports entre les figures de Lycett et celle de Sowerby.

Il est aussi très incertain que cette espèce soit celle à qui Lamarck a attribué le nom de *Tr. nodulosa.* Cette incertitude est telle que l'un des échantillons figurés par M. Bayle sous le nom de *Myophorella nodosa* se rapporte à la *Tr. perlata,* par l'inflexion de ses rangées de tubercules et les caractères de son aréa.

C'est pour ces motifs que nous avons cru devoir proposer pour l'espèce de Normandie le nom de Tr. Heberti.

E. Hébert a donné les caractères différentiels de cette espèce : « La forme triangulaire, la disposition des tubercules sur des varices fortement saillantes au-dessus de la coquille, leur inflexion vers le

Digitized by Google

crochet à la rencontre de la carène du corselet, leur disposition *régulièrement* arquée dans toute leur étendue, disposition qui n'a que de très rares exceptions et seulement sur deux ou trois varices, permettront toujours de distinguer cette espèce de celles qui l'avoisinent. »

ÉTAGE ET LOCALITÉS. — Oxfordien moyen des côtes du Calvados où elle est très commune.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIV, fig. 1. Échantillon de Villers (Calvados), vu par la valve droite. — Fig. 1 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 2. Jeune vu par la valve gauche de la même localité. — Ces deux échantillons de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

37. TRIGONIA PERLATA, Agassiz.

(Pl. XIV, fig. 3 à 5).

1840	*Trigonia perlata,*		Agass., Mém. sur les Trigonies, p. 19, pl. III, fig. 9-11.
1849	»	*clavellata,*	d'Orb. *(pro parte)*, Prodr., t. I, p. 365, n° 292.
1861	»	*perlata,*	Héb., Journal de Conch., p. 6, pl. VII, fig. 2.
1872	»	»	Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 22, pl. III, fig. 3 (non fig. 1-2, non pl. XI, fig. 3).
1872 ?	»	*complanata,*	Lycett, id., p. 49, pl. VII, fig. 3.
1872 ?	»	*irregularis,*	Lycett, id., p. 39, pl. VII, fig. 6.
1878	*Myophorella nodulosa,*		Bayle, Expl. Carte Géol. Fr., t. IV, pl. CXX, fig. 5 et 6 (non fig. 1-2).

Cette espèce a été établie par Agassiz sur des échantillons incomplets provenant du Terrain à chailles de Largue (canton de Bâle). La forme à laquelle doit être attribué le nom de *Tr. perlata* a été parfaitement fixée par M. Hébert. Elle diffère de la *Tr. clavellata* : « 1° par sa forme plus allongée, la longueur étant à peu près d'une fois et demie la largeur, au lieu d'une fois et un tiers ; 2° par le

Digitized by Google

corselet, qui, au lieu d'être à peu près sur un même plan forme un angle le long de la carène interne, la partie circonscrite par cette carène se trouvant ainsi plus enfoncée ; 3° cette carène atteint le bord postérieur plus en arrière, et ce point de rencontre, au lieu de déterminer une simple inflexion dans le bord postérieur, le dévie brusquement d'un angle d'environ 35°, dont il est le sommet, en sorte que la coquille est tronquée à l'angle postérieur ; 4° les varices, moins épaisses que dans la *Tr. clavellata,* se recourbent et s'atténuent moins vers le corselet ; de plus celle qui aboutit à l'extrémité inférieure du bord antérieur présente, au point de rencontre du bord, une inflexion en forme d'*s* qui est particulière à cette espèce. »

L'inflexion signalée par M. Hébert n'est pas représentée sur la figure qui accompagne sa note et nous ne la trouvons pas non plus sur les exemplaires de cette espèce de l'Oxfordien de Normandie.

Parmi les exemplaires figurés par Lycett sous le nom de *Tr. perlata,* un seul appartient à cette espèce, c'est celui figuré pl. III, fig. 2, et qui provient du Coral-rag de Pickering ; les figures 1 et 2 de la même planche, représentant une espèce des mêmes niveau et localité, se rapportent certainement à l'espèce qui a été appelée *Tr. Hudlestoni* par Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., p. 194, pl. XXXIV, fig. 5-6, pl. XXXIX, fig. 1-2) qui provient également du Coral-rag et qui existe aussi en Normandie.

En revanche, la *Tr. complanata,* Lyc. (Mon. Brit. foss. Trig., pl. VII, fig. 3) du Callovien des environs de Scarborough semble bien, quoique établie d'après des individus incomplets, être une *Tr. perlata,* Lycett signalant d'ailleurs son identité avec des échantillons de l'Oxford-Clay de Normandie qui existent au British Museum. Il en est de même de l'échantillon de l'Oxfordien de Weymouth rapporté par Lycett à la *Tr. irregularis,* Seebach et figuré sur la pl. VII, fig. 6.

La *Tr. perlata* est très voisine par sa forme des jeunes de la *Tr. Woodwardi,* Lyc., mais elle s'en distingue par la disposition des rangées de tubercules qui, dans la *Tr. perlata* sont fortement infléchies vers le sommet tandis qu'elles sont droites et perpendiculaires à la carène dans la *Tr. Woodwardi.* Elle est encore plus voisine de la *Tr. Bronni,* Agassiz, mais les tubercules de cette dernière sont moins nettement délimités, se soudant même pour donner sur le bord palléal des côtes variqueuses; en outre l'écusson est perpen-

Digitized by Google

diculaire au plan médian, tandis que dans la *Tr. perlata* il est situé dans le même plan que l'aréa.

Étage et Localités. — Oxfordien moyen des côtes du Calvados où elle est commune. — Oxfordien supérieur (Couches à *Echinobrissus scutatus*) de Trouville (rare) et de Bellême (Sables du *Calcareous grit*).

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIV, fig. 3. Échantillon de Villers, vu par la valve droite. — Fig. 3 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 4. Échantillon de petite taille de la même localité. — Fig. 5. Échantillon de la plus grande taille connue, de la même localité. — Tous ces échantillons de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

38. TRIGONIA WOODWARDI, Lycett.

(Pl. XIV, fig. 8, pl. XV, fig. 1, pl. XVI, fig. 2).

1872 *Trigonia Woodwardi,* Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 40, pl. XVII, fig. 1.

Tous les géologues qui ont étudié l'Oxfordien des côtes du Calvados connaissent cette grande espèce, souvent considérée comme l'adulte de la *Tr. perlata,* dont elle est cependant très différente, bien que dans le jeune âge des échantillons de même taille de l'une et l'autre espèce présentent une forme presque identique. Cependant la *Tr. Woodwardi* est plus comprimée, l'aréa est plus étroite, et surtout les rangées de tubercules présentent un trajet différent ; fortement arquées et remontant vers le crochet à leur extrémité antérieure dans la *Tr. perlata* elles sont droites, formées de tubercules plus serrés dans la *Tr. Woodwardi.* Adulte la *Tr. Woodwardi* devient plus large, les rangées de tubercules sont tantôt droites, tantôt recourbées vers le crochet à leur extrémité antérieure ; elles sont tantôt serrées, tantôt rapprochées ; dans certains échantillons elles suivent quelquefois sur une seule valve un trajet très irrégulier.

Digitized by Google

D'après Lycett les types de cette espèce proviendraient du Kimméridien du Dorsetshire et du Wiltshire et seraient absolument conformes à des échantillons de Villerville qui sont dans la collection du British Museum. Les échantillons auxquels il est fait allusion sont évidemment des exemplaires de la Grande Trigonie clavellée dont Hébert a fixé le niveau dans les couches à *A. Martelli* du Calvados, et qui est en effet absolument conforme à la description et aux figures de Lycett ; il en résulte que cette espèce, caractéristique de la base de l'Oxfordien supérieur du Calvados, se serait prolongée en Angleterre jusque dans le Kimméridien.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIV, fig. 8. Échantillon de petite taille, vu par la valve droite. — Pl. XV, fig. 1. Échantillon de taille normal, vu par la valve gauche. — Pl. XVI, fig. 2. Le même, vu par la face postérieure. — Tous ces échantillons de Trouville et de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

39. TRIGONIA MORIERI, n. sp.

(Pl. XV, fig. 2 et pl. XVI, fig. 3).

Cette espèce, de grande taille comme la *Tr. Woodwardi,* en est très voisine, mais elle s'en distingue par l'obliquité de son bord antérieur qui forme avec le bord supérieur un angle aigu, au lieu d'un angle droit comme dans la *Tr. Woodwardi.* Les rangées de tubercules sont plus nombreuses, plus régulièrement arquées, les tubercules plus serrés dans chaque rangée ; les ornements de l'aréa sont moins saillants que dans la *Tr. Woodwardi.*

Étage et Localité. — Oxfordien supérieur (Couches à *N. scutatus)* de Trouville (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XV, fig. 2. Échantillon de Trouville, de la collection de la Faculté des Sciences de Caen, vu par la valve droite. — Pl. XVI, fig. 3. Le même, vu par la face postérieure.

Digitized by Google

40. TRIGONIA HUDLESTONI, Lycett.

(Pl. XV, fig. 3-6, pl. XVI, fig. 1).

1872 *Trigonia perlata,* Lycett (non Agass.), Mon. Brit. foss. Trig., pl. III, fig. 1-2.

1877 » *Hudlestoni,* Lycett, id., p. 194, pl. XXXIV, fig. 5-6, pl. XXXIX, fig. 1-2.

Coquille triangulaire, beaucoup plus large que haute, assez bombée; crochets non proéminents, recourbés en dedans, très rapprochés du bord antérieur. Bord antérieur presque droit; angle antérieur arrondi; bord palléal légèrement arqué; angle postérieur aigu; bord supérieur de l'aréa rectiligne assez long, faisant avec le bord postérieur de l'aréa, également rectiligne, un angle très ouvert. Aréa peu large, formant avec les flancs un angle presque droit. la carène marginale est presque indistincte, marquée seulement par de petits tubercules plus nombreux que les côtes des flancs, la carène médiane, limitée en dedans par un sillon, est peu apparente, également tuberculeuse; il en est de même de la carène interne; les ornements transversaux sont représentés par de simples lignes d'accroissement. L'écusson est allongé, perpendiculaire au plan de commissure des valves; la fossette ligamentaire est assez allongée. Les flancs sont très larges; ils sont ornés de rangées de tubercules, plus ou moins nombreux, plus ou moins serrées, droites ou légèrement arquées; les premières partent perpendiculairement à la carène, les suivantes de plus en plus obliquement; les rangées moyennes se relèvent à leur extrémité antérieure vers les crochets, les plus rapprochées de l'angle postérieure sont coupées par le bord palléal. Ces ornements des flancs sont tantôt formés de rangées de tubercules, plus ou moins serrés, tantôt les tubercules sont limités à la partie postérieure des rangées qui deviennent des côtes à leur extrémité antérieure, tantôt ces côtes occupent toute la largeur de la coquille.

Cette espèce semble assez commune dans les couches à *N. scutatus* et les calcaires coralliens de Normandie. Elle nous paraît devoir être

Digitized by Google

réunie à l'espèce de Lycett dont les types proviennent du Corallien d'Angleterre. Nous croyons aussi qu'on doit leur rapporter la forme du Coral-rag Anglais figurée par Lycett sous le nom de *Tr. perlata* (pl. III, fig. 1-2 non fig. 3) qui n'est pas l'espèce d'Agassiz.

La *Tr. Hudlestoni* est très voisine de la *Tr. triquetra* de Seebach, dont elle se distingue seulement par la disposition non arquée de ses rangées de tubercules, droites dans la *Tr. triquetra* si nous nous rapportons aux figures de Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., pl. VI, fig. 1-2).

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XV, fig. 3. Échantillon de petite taille des couches à *E. scutatus*, vu par la valve gauche. — Fig. 4-5. Échantillons des calcaires coralliens. — Fig. 6. Échantillon des calcaires à *E. scutatus*. — Pl. XVI, fig. 1. Échantillon figuré pl. XV, fig. 4, vu par la face antérieure. — Fig. 1 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Tous ces échantillons de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

41. TRIGONIA FISCHERI, n. sp.

(Pl. XV, fig. 8).

Très voisine de la *Tr. Hudlestoni*, la *Tr. Fischeri* s'en distingue par son épaisseur moindre, par sa forme moins triangulaire, l'angle antérieur étant plus régulièrement arrondi, sa hauteur plus grande, la disposition de son aréa, oblique sur les flancs et non perpendiculaire comme dans *Tr. Hudlestoni*. Les rangées de tubercules sont aussi plus régulièrement arquées.

Étage et Localité. — Oxfordien supérieur (Couches à *Nucl. scutatus)* de Trouville (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XV, fig. 8. Échantillon des calcaires à *E. scutatus*, de Trouville, de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

Digitized by Google

42. TRIGONIA JARRYI, n. sp.

(Pl. XVII, fig. 2-3).

Coquille triangulaire, beaucoup plus longue que haute ; crochets peu saillants, recourbés en arrière et fortement en dedans, situés près du bord antérieur. Bord antérieur presque droit ; bord palléal droit, légèrement arqué ; angle postérieur aigu, sub-arrondi ; bord supérieur de l'aréa très long et rectiligne ; bord postérieur de l'aréa étroit, formant avec le bord supérieur un angle très ouvert. L'aréa étroite, formant avec les flancs un angle presque droit est limitée par une carène marginale peu saillante, ornée de tubercules mousses, peu marqués, la carène médiane présente la même ornementation, plus ou moins accentuée suivant les individus ; elle est limitée en dedans par un sillon, plus profond sur la valve gauche que sur la valve droite ; la carène interne est également noduleuse ; des stries transverses, plus ou moins nettes, complètent l'ornementation de l'aréa. L'écusson est assez allongé, étroit, chacune de ses moitiés est concave ; la fossette ligamentaire est relativement courte. Les flancs sont ornés de rangées de tubercules très marqués, les premières rangées sont perpendiculaires à la carène, rectilignes en se relevant vers les crochets près de leur extrémité antérieure ; en passant sur le bord antérieur les tubercules disparaissent et on n'observe que des côtes sur cette partie antérieure. Les dernières rangées de tubercules sont plus obliques par rapport à la carène et coupées par le bord palléal.

Cette espèce a quelques rapports avec la *Tr. Choffati* (= *muricata,* auct. non Goldf.) mais elle s'en distingue par sa forme plus étroite, son aréa formant avec les flancs un angle plus ouvert, et ornée de côtes transversales plus fines et plus régulières, la direction de ses rangées de tubercules, légèrement arquées et plus relevées vers le crochet.

Étage et Localité. — Oxfordien supérieur (Couches à *N. scutatus)* de Trouville (Calvados). Assez rare.

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XVII, fig. 2. Échantillon de forme type, vu par la valve droite. — Fig. 2 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 2 *b*. Le même, vu par la face antérieure. — Fig. 3. Variété à côtes droites. — Tous ces échantillons de Trouville, de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

43. TRIGONIA BRONNI, Agass.

(Pl. XIV, fig. 6-7).

1840 *Trigonia Bronni,* Agass., Mém. sur les Trig., p. 18, pl. V, fig. 19.
1850 » » d'Orb., Prodr., t. II, p. 16, n° 259.
1861 » » Hébert, Note sur les Trigonies clavellées, p. 8, pl. VII, fig. 4-6 ; pl. VIII, fig. 1-3.
1879 » » Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 209 (non p. 23, pl. IV, fig. 8, 1872).

Cette espèce a été parfaitement caractérisée par Hébert, qui a montré qu'elle se distingue très bien des autres clavellées « par son épaisseur qui dépasse la moitié de la longueur, ses côtes prolongées parallèlement au bord palléal. En outre, la longueur de la carène intérieure et par suite de l'aréa anale qu'elle circonscrit ne permet de la confondre ni avec la *Tr. clavellata,* ni avec la *Tr. aspera,* comme la forme des varices le long du bord inférieur la sépare d'une manière tranchée de la *Tr. perlata.* »

Nous ajouterons que l'écusson compris entre les carènes internes, est déprimé, presque plan et perpendiculaire au plan médian, disposition différente de celle qui s'observe dans *Tr. perlata* où l'écusson est sur le même plan que l'aréa.

La *Tr. Bronni* est très voisine de la *Tr. Juddiana,* Lycett (Mon. Brit. foss. Trig., pl. II, fig. 6) du Kimméridien d'Angleterre, mais la *Tr. Bronni* est plus triangulaire, son aréa est moins large, ses rangées de tubercules plus obliques par rapport à la carène.

Étage et Localités. — Cette espèce est très abondante dans les sables siliceux du Corallien de Glos et Saint-Martin-de-la-Lieue, près

Digitized by Google

Lisieux, et dans les grès siliceux de Hennequeville (Calvados), appartenant au même horizon. — Elle existe, très rare, dans le Kimméridien inférieur (Astartien) de Villerville (Calvados).

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XIV, fig. 6-7. Échantillons des sables de Glos, de la collection de la Faculté des Sciences de Caen.

43 *bis.* TRIGONIA, sp. ?

(Pl. XIII, fig. 9).

Les grès de Hennequeville contiennent, outre la *Tr. Bronni*, une espèce très distincte par sa forme très étroite, triangulaire, aiguë au sommet, qui est figurée pl. XIII, fig. 9, mais les spécimens que nous avons eus à notre disposition sont tous trop incomplets pour servir à la desscription de cette forme qui paraît nouvelle.

44. TRIGONIA KERFORNEI, n. sp.

(Pl. XV, fig. 7).

Coquille ovalo-triangulaire, plus longue que haute, comprimée en arrière ; crochets infléchis en arrière, très recourbés en dedans, placés très près du bord antérieur. Bord antérieur très oblique, légèrement arrondi ; bord palléal fortement arqué, angle postérieur aigu ; bord supérieur de l'aréa assez court, légèrement excavé ; bord postérieur de l'aréa formant avec le supérieur un angle très ouvert. Aréa étroite, rétrécie en bas, formant avec les flancs un angle très ouvert, limitée par une carène marginale mousse, avec petits tubercules irréguliers, peu apparents ; carène médiane marquée seulement dans la moitié supérieure où elle est limitée en dedans par un sillon ; carène interne plus marquée, légèrement noduleuse ; écusson allongé, chacune de ses moitiés assez excavée ; fossette ligamentaire assez

Digitized by Google

longue. Les flancs sont ornés de côtes tuberculeuses ; les plus rapprochées du crochet sont presque droites ; les suivantes sont fortement arquées, recourbées vers les crochets, surtout à leur extrémité antérieure ; les dernières sont coupées par le bord palléal.

Cette espèce est voisine de la *Tr. Lennieri* du Kimméridien inférieur par sa forme générale, mais elle s'en distingue par la disposition et l'ornementation de son aréa qui dans la *Tr. Lennieri* forme avec les flancs un angle beaucoup moins ouvert, dont les carènes sont beaucoup plus marquées et les ornements transverses beaucoup plus saillants.

Étage et Localité. — Oxfordien supérieur (Couches coralliennes) de Trouville (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XV, fig. 7. Échantillon vu par la valve gauche, du Corallien de Trouville. — Collection de la Faculté des Sciences de Caen.

45. TRIGONIA LENNIERI, n. sp.

(Pl. XV, fig. 9).

Cette espèce est très voisine par sa forme de la *Tr. Kerfornei ;* mais l'aréa est presque perpendiculaire aux flancs ; la carène marginale est mieux marquée, ornée de crêtes transversales, qui se trouvent aussi sur la partie supérieure de la carène médiane et sur la carène marginale ; l'aréa présente en outre des côtes transversales très marquées. Sur les flancs les rangées de tubercules sont plus nombreuses ; celles de la série moyenne remontent fortement vers les crochets en devenant presque parallèles au bord palléal.

Étage et Localité. — Kimméridien inférieur (Astartien) de Villerville (Calvados). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XV, fig. 9. Échantillon vu par la valve droite, provenant de l'Astartien de Villerville. — Collection de la Faculté des Sciences de Caen.

Digitized by Google

46. TRIGONIA CHOFFATI, n. sp.

(Pl. XVII, fig. 1).

1850 *Trigonia muricata,* d'Orb., non Goldfuss, Prodr., t. II, p. 51, nº 120.
1859 » » Thurm. et Ét., non Goldfuss, Leth. Bruntr., pl. XXV, fig. 1.
1863 » » Dollfus, non Goldfuss, Faune Kimméridienne du Cap de la Hève, p. 22, nº 77.
1878 *Myophorella muricata,* Bayle, non Goldfuss, Expl. Carte Géol. Fr., t. IV, pl. LXX, fig. 3-4.

Cette espèce est celle que l'on rapporte d'ordinaire à la *Trigonia muricata,* Goldfuss. Sous ce nom cet auteur a figuré une espèce des environs de Torre Vedras (Portugal), appartenant à la section des *Clavellées* (1). Goldfuss n'indique pas le niveau de cette espèce. Dans ses études sur les Mollusques jurassiques du Portugal, M. Choffat (2) a précisé la forme à laquelle doit être attribué le nom de *Tr. muricata;* elle est très abondante dans le Jurassique supérieur (Ptérocérien, couches d'Alcobaça et couches à *Lima alternicosta),* des environs de Torre Vedras, c'est-à-dire sur un niveau identique à celui que l'espèce occupe en Normandie. La vraie *Tr. muricata* du Portugal est une espèce dont l'ornementation est très variable ; elle est généralement moins transverse que les échantillons du Kimméridien de France qui lui ont été rapportés, les rangées de tubercules sont beaucoup plus serrées, les tubercules beaucoup plus petits ; la disposition des rangées est beaucoup plus irrégulière ; tantôt elles sont presque droites et perpendiculaires à la carène, tantôt elles sont fortement arquées, formant même un angle sur le milieu des flancs comme dans les *Undulatæ ;* les tubercules peuvent se souder par leur base et l'ornementation des flancs se compose alors de crêtes tuberculeuses.

Le nom de *Tr. muricata* ne pouvant être conservé pour l'espèce

(1) *Petref. Germ.*, t. II, p. 281, pl. CXXXVII, fig. 1.
(2) 1885, p. 28, pl. V, pl. VI, fig. 11-17.

Digitized by Google

du Kimméridien du Bassin de Paris, nous proposons de lui attribuer le nom de *Tr. Choffati.*

Une excellente figure de cette espèce, d'après un échantillon du Kimméridien du Havre, a été donnée par M. Bayle sous le nom de *Myophorella muricata* dans le tome IV de l'Explication des Mémoires de la Carte Géologique de France.

La fig. 1, pl. XXV, des *Lethæa Bruntrutana,* désignée par Thurmann et Étallon sous le nom de *Tr. muricata,* présente les caractères de l'espèce que nous étudions, mais la figure de la face postérieure indique une espèce trop renflée.

Il faut retrancher de la synonymie de la *Tr. Choffati* la forme décrite par Lycett *(Mon. Brit. foss. Trig.,* p. 50, pl. IX, fig. 1) d'après des moules du Portlandien du Wiltshire qui indiquent une forme beaucoup plus transverse, rappelant plutôt la *Trigonia Pellati,* Mun.-Chalm.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XVII, fig. 1. Échantillon du Ptérocérien du Havre, de la collection de la Faculté des Sciences de Caen, vu par la valve droite. — Fig. 1 *a*. Le même, vu par la face postérieure. — Fig. 1 *b*. Le même, vu par la face antérieure.

47. TRIGONIA PELLATI, Munier-Chalmas.

(Pl. XVI, fig. 4).

1865 *Trigonia Pellati,* Munier-Chalmas, Bull. Soc. Linn. Norm., t. IX, p. 418, pl. IV, fig. 4.
1866 » » de Loriol et Pellat, Portlandien de Boulogne-sur-Mer, p. 85, pl. VIII, fig. 4.
1872 » » de Loriol, Jurass. supér. de la Haute-Marne (Mém. Soc. Linn. Norm., t. XVI), p. 299, pl. XVII, fig. 2.
1872 » » Lycett, Mon. Brit. foss. Trig., p. 41, pl. VII, fig. 1-2, pl. XI, fig. 1.

Les calcaires à Ptérocères de Villerville et du Havre renferment une espèce très voisine de la *Tr. Pellati.* Cependant les côtes sont

Digitized by Google

plus arquées, l'aréa plus ornée, les carènes interne et marginale présentant une rangée de perles que réunissent des côtes fines traversant l'aréa et il faudrait peut-être distinguer cette variété comme une espèce nouvelle. Les caractères de l'ornementation sont les mêmes que ceux de la *Tr. Choffati (muricata,* auct.) mais la forme est beaucoup plus allongée, très étroite.

Étage et Localités. — Kimméridien moyen (Ptérocérien) de Villerville (Calvados) et du Havre, où l'espèce est très rare.

EXPLICATION DES FIGURES.

Pl. XVI, fig. 4. Échantillon du Ptérocérien de Villerville, vu par la valve droite, collection Deslongchamps. — Fig. 4 *a*. Le même, vu par la face postérieure.

Digitized by Google

Digitized by Google

Répartition stratigraphique des TRIGONIES

DANS LE JURASSIQUE DE NORMANDIE.

BAJOCIEN INFÉRIEUR.

(Couches à *A. Murchisonæ).*

COSTATÆ
- *Trigonia bella,* Lycett.
- » *Feuguerollensis,* n. sp.

CLAVELLATÆ
- *Trigonia striata,* Miller.
- » *formosa,* Lycett.
- » *signata,* Ag.

BAJOCIEN SUPÉRIEUR.

COSTATÆ
- *Trigonia costata,* Sow.
- » *lineolata,* Ag.
- » » var. *denticulata,* Ag.
- » » var. *Brevillei,* var. nov.
- » *tenuicosta,* Lyc.
- » *angustula,* E.-E. Desl. mss.
- » *bipartita,* n. sp.

CLAVELLATÆ
- *Trigonia Moutierensis,* Lyc.
- » *Adeli,* n. sp.

BATHONIEN INFÉRIEUR.

(Fullers earth).

COSTATÆ
- *Trigonia zonata?* Ag.
- » *Castor,* d'Orb.

Digitized by Google

BATHONIEN MOYEN.

(Oolithe miliaire).

COSTATÆ	*Trigonia pullus*, Sow.
	» *gregaria*? Lyc.
UNDULATÆ	*Trigonia*, sp.?
CLAVELLATÆ	*Trigonia Painei*, Lycett.

BATHONIEN SUPÉRIEUR.

(Couches à *Z. Cardium*).

COSTATÆ	*Trigonia pullus*, Sow.
	» *Langrunensis*, E.-E. Desl. mss.
	» *striatissima*, E.-E. Desl. mss.
	» *Ranvilliana*, E.-E. Desl. mss.
	» *Castor*, d'Orb.
SEMI-LÆVES	*Trigonia Eudesi*, n. sp.
UNDULATÆ	*Trigonia Clytia*, d'Orb.
	» *detrita*, Terq. et Jourdy.
	» *Eugenii*, n. sp.
SCAPHOÏDEÆ	*Trigonia Bathonica*, Lyc.
	» *Bergeroni*, n. sp.
CLAVELLATÆ	*Trigonia Painei*, Lycett.
	» *flecta*, Morris et Lycett.

OXFORDIEN INFÉRIEUR.

(Callovien).

COSTATÆ	*Trigonia elongata*, Sow.
	» *Œhlerti*, n. sp.

Digitized by Google

SCAPHOÏDEÆ *Trigonia Snaintonensis*, Lyc. (?)

CLAVELLATÆ *Trigonia Scarburgensis*, Lyc.
» *Bizeti*, n. sp.

OXFORDIEN MOYEN.

(Villersien).

COSTATÆ *Trigonia elongata*, Sow.
» *Meriani*, Ag.

SCAPHOÏDEÆ *Trigonia Snaintonensis*, Lyc. (?)

CLAVELLATÆ *Trigonia Heberti*, E.-E. Desl. mss.
» *perlata*, Ag.

OXFORDIEN SUPÉRIEUR.

(Corallien).

COSTATÆ *Trigonia Glosensis*, n. sp.

CLAVELLATÆ *Trigonia Woodwardi*, Lyc.
» *Bronni*, Ag.
» *Hudlestoni*, Lyc.
» *Jarryi*, n. sp.
» *Kerfornei*, n. sp.
» *Fischeri*, n. sp.

KIMMÉRIDIEN.

COSTATÆ *Trigonia papillata*, Ag.

SCAPHOÏDEÆ *Trigonia Baylei*, Dollfus.

CLAVELLATÆ *Trigonia Lennieri*, n. sp.
» *Bronni*, Agass.
» *Choffati*, n. sp. (= *muricata*, auct. non Goldf.).
» *Pellati*, Mun.-Ch.

Digitized by Google

Digitized by Google

Table alphabétique des Espèces nouvelles.

Trigonia Adeli . . . . . p. 315, pl. XIII.
» *angustula* . . . . . p. 282, pl. IX.
» *Bergeroni* . . . . . p. 307, pl. XII.
» *bipartita* . . . . . p. 280, pl. IX.
» *Bizeti* . . . . . p. 318, pl. XIII.
» *Choffati* . . . . . p. 331, pl. XVII.
» *crista-galli* . . . . . p. 290, pl. IX.
» *Eudesi* . . . . . p. 300, pl. XII.
» *Eugenii* . . . . . p. 304, pl. XII.
» *Feuguerollensis* . . . . . p. 279, pl. VIII.
» *Fischeri* . . . . . p. 326, pl. XV.
» *Glosensis* . . . . . p. 296, pl. XI.
» *Heberti* . . . . . p. 319, pl. XIV.
» *Jarryi* . . . . . p. 327, pl. XVII.
» *Kerfornei* . . . . . p. 329, pl. XV.
» *Langrunensis* . . . . . p. 287, pl. VIII et IX.
» *Lennieri* . . . . . p. 320, pl. XV.
» *Morieri* . . . . . p. 324, pl. XV et XVI.
» *Œhlerti* . . . . . p. 293, pl. X.
» *Ranvilliana* . . . . . p. 289, pl. IX.
» *striatissima* . . . . . p. 288, pl. IX.

Digitized by Google

Table alphabétique des Espèces citées ou décrites [1]

	Pages.
ANODONTOPSIS	272
CASTALIA	272
Lyridon.	265
Lyriodon	265
Lyrodon	265, 266
» costatum	274, 277
» striatum	312
» suprajurense	298
MYOPHORIA	272
Myophorella	265, 266
» nodulosa	320
» muricata	331
PSEUDAXINUS	272
SCHIZODUS	272
TRIGONIA	263
» *Actæon*	269
» ADELI (pl. XIII, fig. 5)	315
» affinis.	270
» *Alcobacensis*.	267
» *angulata*	282, 317
» ANGUSTULA (pl. IX, fig. 11-12)	282
» *aspera*	328

(1) TRIGONIES décrites ; *Trigonies* citées ; Trigonies tombant en synonymie.

Digitized by Google

TRIGONIA	Bachelieri	294, 295
»	BATHONICA (pl. XII, fig. 9)	306
»	*Bathonica*	308
»	BAYLEI (pl. XII, fig. 10)	309
»	*Beesleyana*	271, 301
»	*Beirensis*	267
»	BELLA (pl. VIII, fig. 2 et 3)	275
»	BERGERONI (pl. XII, fig. 8)	307
»	BIPARTITA (pl. IX, fig. 2)	280
»	*bipartita*	296
»	BIZETI (pl. XIII, fig. 8)	318
»	*Boloniensis*	270
»	Bouchardi	307
»	BREVILLEI (pl. VIII, fig. 7)	278
»	BRONNI (pl. XIV, fig. 6-7)	328
»	*Bronni*	322
»	cardissa	292
»	*carinata*	266, 292
»	CASTOR (pl. IX, fig. 6-7, pl. XI, fig. 7)	285
»	Cassiope	284, 285
»	Chiron	311
»	CHOFFATI (pl. XVII, fig. 1)	331
»	*Choffati*	327, 333
»	clavellata	266, 320
»	Clio	311
»	CLYTIA (pl. XII, fig. 3-4)	302
»	complanata	322
»	COSTATA (pl. VIII, fig. 1)	273
»	*costata*	266, 275, 276, 277, 284
»	CRISTA-GALLI (pl. IX, fig. 3)	290
»	*Culleni*	288
»	*Curmontensis*	269
»	*cuspidata*	301
»	Cybele	307, 311
»	*Damoniana*	269
»	*dedalæa*	266
»	DENTICULATA (pl. VIII, fig. 6)	278
»	DETRITA (pl. XII, fig. 6-7)	303
»	*detrita*	304
»	*duplicata*	267, 308, 311

Digitized by Google

TRIGONIA	*Edmundi*	269
»	ELONGATA (pl. X, fig. 7)	291
»	*elongata*	294
»	EUDESI (pl. XII, fig. 1-2)	300
»	*Eudesi*	271
»	EUGENII (pl. XII, fig. 5)	304
»	*excentrica*	268, 270, 271
»	FEUGUEROLLENSIS (pl. VIII, fig. 8)	279
»	*fimbriata*	281
»	FISCHERI (pl. XV, fig. 8)	326
»	FLECTA (pl. XIII, fig. 6)	317
»	FORMOSA (pl. XIII, fig. 2)	313
»	*gemmata*	307, 309, 311
»	*gibbosa*	266, 268, 269, 270, 271
»	GLOSENSIS (pl. XI, fig. 4)	296
»	*Glosensis*	280
»	*Goldfussi*	316
»	GREGARIA	284
»	HEBERTI (pl. XIV, fig. 1-2)	319
»	*hemisphærica*	284, 289
»	HUDLESTONI (pl. XV, fig. 3-6, pl. XVI, fig. 1)	325
»	*Hudlestoni*	322, 326
»	*inflata*	269
»	*interlævigata*	287
»	*irregularis*	322
»	JARRYI (pl. XVII, fig. 2-3)	327
»	*Juddiana*	328
»	KERFORNEI (pl. XV, fig. 7)	329
»	LANGRUNENSIS (pl VIII, fig. 10-12, pl. IX, fig. 10)	287
»	*Langrunensis*	289
»	LENNIERI (pl. XV, fig. 9)	330
»	LINEOLATA (pl. VIII, fig. 4-5)	276
»	*lineolata*	274, 279, 281
»	*Lingonensis*	271, 301
»	*literata*	267, 268
»	*læviuscula*	270
»	*Lusitanica*	267
»	LYCETTI	286
»	*Manselli*	269

Digitized by Google

TRIGONIA	MERIANI (pl. X, fig. 1 et pl. XI, fig. 1). .	295
»	*Meriani*	294, 298
»	*monilifera*	298
»	*Moreli*	269
»	*Moretoni*	301
»	MORIERI (pl. XV, fig. 2, pl. XVI, fig. 3) .	324
»	MOUTIERENSIS (pl. XIII, fig. 3-4) . . .	313
»	*Moutierensis*.	312
»	muricata	267, 331, 332
»	*navis*	266, 310
»	nodulosa	320
»	ŒHLERTI (pl. X, fig. 5-6)	293
»	*Oviedensis*	270
»	*Oustaleti*.	269
»	PAINEI	316
»	*Painei*	267, 317
»	PAPILLATA (pl. X, fig. 2-3, pl. XI, fig. 2-5).	297
»	*pectinata*.	266
»	PELLATI (pl. XVII, fig. 4)	332
»	PERLATA (pl. XIV, fig. 3-5)	321, 323
»	*perlata*	320, 326, 328
»	*producta*	305
»	*Proserpina*	311
»	*pulchella*.	312
»	PULLUS (pl. IX, fig. 4-5)	283
»	*pullus*.	285
»	RANVILLIANA (pl. IX, fig. 8)	290
»	*recticostata*	309
»	*Rœmeri*	269, 298
»	*scabra*	266
»	SCARBURGENSIS (pl. XIII, fig. 7)	317
»	*Scarburgensis*	319
»	SIGNATA	315
»	*similis*.	274
»	SNAINTONENSIS	308
»	*spinifera*	309
»	STRIATA (pl. XIII, fig. 1)	311
»	*striata*.	314
»	STRIATISSIMA (pl. IX, fig. 1)	288
»	*suprajurensis*	298

Digitized by Google

TRIGONIA TENUICOSTA (pl. VIII, fig. 9) 281
» *tenuicosta*. 274, 276, 293
» *triquetra* 326
» *tuberculata* 312
» *undulata* 266, 267
» *V-costata* 267, 304
» WOODWARDI (pl. XIV, fig. 8, pl. XV, fig. 1, pl. XVI, fig. 2) 323
» *Woodwardi* 324
» ZONATA ? (pl. IX, fig. 9) 286

Unio suprajurensis 269, 298

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION 261

GÉNÉRALITÉS.

Genre *Trigonia* 263
Historique du nom. 265
Sections du genre *Trigonia* 266
Observations à propos de quelques sections.
Scaphoïdeæ 266
Undulatæ 267
Glabræ 268
Semi-læves (sect. nov.). . . . 271
Position systématique des Trigonidés 271

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

Costatæ. 273
Glabræ. 300
Undulatæ 302
Scaphoïdeæ 306
Clavellatæ. 311

Répartition stratigraphique des Trigonies dans le Jurassique de Normandie. 336
Table alphabétique des espèces nouvelles 339
Table alphabétique des espèces citées ou décrites 341

1955 — Caen, Imp. E. LANIER, 1 et 3, rue Guillaume-le-Conquérant.

Digitized by Google

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

contenues dans le Volume XVII.

Recherches sur le *Lepidodendron Selaginoides*, Stern., Pl. I à VII, par Maurice HOVELACQUE 1

Essai de statique végétale. — La racine considérée comme un corps pesant et flexible, par Aug. LETELLIER 167

Contributions à l'étude de la faune jurassique de Normandie. — 1er mémoire sur les Trigonies, Pl. VIII à XVII, par A. BIGOT 259

Digitized by Google

Digitized by Google

PLANCHE I.

Légende commune aux figures 1, 2 et 3.

Cγ, Centres de figure du stipe et de son système libéro-ligneux.
tr, Trachées et pointements ligneux.
B1, Bois primaire.
B2, Bois secondaire.
zc, Zône cambiale.
L, Liber.
S, Traces foliaires.
G, Gaîne protectrice ou gaîne casparyenne.
Eci, Écorce interne.
Ecm, Écorce moyenne.
Cbf, Cambiforme.
Lg, Liège.
Ece, Zône des coussinets.

Fig. 1. Section transversale d'ensemble de l'échantillon n° I $\frac{8}{1}$.

Fa, Face postérieure ; *Fp*, Face postérieure.

Fig. 2. Section transversale d'ensemble de l'échantillon n° II $\frac{6}{1}$.

Y, Coussinet avec ligule représenté pl. VII, fig. 2.
Z, Coussinet avec orifice de la chambre ligulaire représenté pl. VII, fig. 3.

Fig. 3. Section transversale d'ensemble de l'échantillon n° III $\frac{8}{1}$.

Ro, blessure.

Fig. 4. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° VIII $\frac{20}{1}$.

Cγ, Centres de figure du stipe et de son système libéro-ligneux.
tr, Trachées et pointements ligneux.
V, Vaisseaux du cylindre ligneux primaire.
fp, Fibres primitives de la région axiale du bois primaire.
B2, Trachéïdes du bois secondaire.
r, Rayon du bois secondaire.
zc, Zône cambiale.
S, Trace foliaire détachée du cylindre ligneux primaire.
Eci, Écorce interne.
Ecm, Écorce moyenne.

Digitized by Google

Digitized by Google

PLANCHE II.

Légende commune à toutes les figures.

Cγ, Centres de figure du rameau et de son système libéro-ligneux.
tr, Trachées et pointements trachéens.
V, Vaisseaux du cylindre ligneux primaire.
Cr ou *cr*, Cellules réticulées.
fp, Fibres primitives de la région axiale du bois primaire.
B2, Trachéïdes du bois secondaire.
r, Rayon du bois secondaire.
p2, Parenchyme secondaire.
zc, Zône cambiale.
L, Liber.
S, Traces foliaires détachées du cylindre ligneux primaire.
G, Gaîne protectrice.
Ecizr, Zône interne rayonnée de l'écorce interne.

Fig. 1. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° I $\frac{20}{1}$.

Fig. 2. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° II $\frac{20}{1}$.

Fig. 3. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° III $\frac{20}{1}$.

Fig. 4. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° V $\frac{20}{1}$.

Fig. 5. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° VI $\frac{20}{1}$.

Fig. 6. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° VII $\frac{10}{1}$.

Fig. 7. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° IX $\frac{20}{1}$.

Fig. 8. Section transversale d'une cellule réticulée de la région axiale du bois primaire de l'échantillon n° IX.

Fig. 9. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° X $\frac{20}{1}$.

Fig. 10. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° XII $\frac{20}{1}$.

Digitized by Google

Digitized by Google

PLANCHE III.

Légende commune aux figures 1 et 3.

Cγ, Centres de figure du stipe et de son système libéro-ligneux.
tr, Trachées et pointements ligneux.
B1, Bois primaire.
B2, Bois secondaire.
p2, Parenchyme secondaire.
zc, Zône cambiale et zône cambiforme.
L(Cg), Liber avec îlots de cellules grillagées.
S, Traces foliaires.
Ecizm, Zône moyenne de l'écorce interne.
Ecize, Zône externe de l'écorce interne.
Ecm, Écorce moyenne.
Cbf, Cambiforme.
Lg, Liège.
Ece, Zône des coussinets.
OS, Organe stigmarioïde.

Fig. 1. Section transversale d'ensemble du stipe de l'échantillon n° IV $\frac{6}{1}$.

Fig. 3. Section transversale d'ensemble du stipe de l'échantillon n° XI $\frac{6}{1}$.

Légende commune aux figures 2 et 4.

Cγ, Centres de figure du stipe et de son système libéro-ligneux.
tr, Trachées et pointements ligneux.
V, Vaisseaux du cylindre ligneux primaire.
fp, Fibres primitives.
p2, Parenchyme secondaire.
Cbf, Cambiforme.
L(Cg), Liber avec îlots de cellules grillagées.
Ecizr, Zône rayonnée de l'écorce interne.
S, Traces foliaires.
Ecize, Zône externe de l'écorce interne.
Ecm, Écorce moyenne.

Fig. 2. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° IV $\frac{20}{1}$.

Fig. 4. Section transversale du système libéro-ligneux de l'échantillon n° XI $\frac{20}{1}$.

Digitized by Google

Digitized by Google

PLANCHE IV.

Fig. 1. Section transversale d'une portion du système libéro-ligneux de l'échantillon I $\frac{50}{1}$.

fp, Fibres primitives.
V, Vaisseaux du cylindre ligneux primaire.
cr, Cellules réticulées.
tr, Trachées et pointements ligneux.
B2, Trachéïdes du bois secondaire.
r, Rayon du bois secondaire.
zc, Zône cambiale.
S, Traces foliaires.

Fig. 2, 3 et *4.* Ensembles de trois sections tangentielles de la surface du stipe, rencontrant des séries de coussinets coupés transversalement $\frac{7}{1}$.

N.-B. Les schémas de ces ensembles ont déjà été représentés fig. 38, 39 et 40, p. 81. La fig. 4 a dû être renversée pour pouvoir tenir sur la même planche que les fig. 2 et 3.

Tal, Talon.
Si, Sillon inférieur.
S, Traces foliaires.
tac, Parichnos.
Lig, Ligule.
Ece, Parenchyme fondamental.
Ep, Épiderme.

Digitized by Google

Digitized by Google

PLANCHE V.

Légende commune à toutes les figures de cette planche.

Ep, Épiderme.
Ece, Parenchyme fondamental.
Ac, Assise de contact.
Tac ou *tac,* Parichnos.
L, Liber de la trace foliaire.
B, Bois de la trace foliaire.
fp, Fibres primitives.
IL, Cellules d'insertion de la ligule.
Lig, Ligule.
Si, Sillon inférieur.

Fig. 1. Section transversale basilaire du coussinet (n° 20 de la fig. 38, p. 81) $\frac{25}{1}$.

Fig. 2. Section transversale du coussinet passant par le fond du sinus inférieur (coussinet n° 8 de la fig. 39, p. 81) $\frac{25}{1}$.

Fig. 3. Section transversale du coussinet passant par le sinus inférieur (coussinet n° 1 de la fig. 39, p. 81) $\frac{25}{1}$.

Fig. 4. Section transversale du coussinet montrant le talon séparé de la région supérieure (coussinet n° 17 de la fig. 38, p. 81) $\frac{25}{1}$.

Fig. 5. Section transversale du coussinet dans la région extérieure au talon (coussinet n° 24 de la fig. 38, p. 81) $\frac{25}{1}$.

Fig. 6. Section transversale du coussinet près de l'orifice de la ligulaire (coussinet n° 4 de la fig. 38, p. 81) $\frac{25}{1}$.

Fig. 7. Section transversale du coussinet passant par l'orifice de la chambre ligulaire (coussinet n° 4 de la fig. 38, p. 81) $\frac{25}{1}$.

Digitized by Google

Digitized by Google

PLANCHE VI.

Légende commune à toutes les figures de cette planche.

Ep, Épiderme.
Ece, Parenchyme fondamental.
Ac, Assise de contact des tissus subéreux.
Lg, Liège.
X, Zônes de cellules subéreuses à parois plus minces.
Cbf, Cambiforme.
Ecm, Écorce moyenne.
tac, Parichnos.
L, Liber de la trace foliaire.
B, Bois de la trace foliaire.

Fig. 1. Section horizontale du coussinet pris dans sa région inférieure (coussinet *S VIII* de l'échantillon I ; voir fig. 19, p. 63) $\frac{25}{1}$.

Fig. 2. Section horizontale du coussinet au milieu du talon (coussinet *S VII* de l'échantillon I ; voir fig. 19, p. 63) $\frac{25}{1}$.

Fig. 3. Section horizontale du coussinet dans la région supérieure du talon, près du sinus inférieur (coussinet *S III* de l'échantillon I ; voir fig. 19, p. 63) $\frac{25}{1}$.

Fig. 4. Section horizontale du coussinet passant par le sinus inférieur *Si* (coussinet compris entre *S IV* et *S V* de l'échantillon n° I ; voir fig. 19, p. 63) $\frac{25}{1}$.

Fig. 5. Section horizontale du coussinet à la base de la trace foliaire et du parichnos (coussinet provenant d'une section non figurée de l'échantillon II) $\frac{25}{1}$.

Fig. 6 et *7.* Sections horizontales du coussinet passant par la trace foliaire (coussinets provenant de sections non figurées de spécimens de Dusseldorf) $\frac{25}{1}$.

Digitized by Google

Digitized by Google

PLANCHE VII.

Légende commune à toutes les figures de la planche.

Ep, Épiderme.
Ece, Parenchyme fondamental.
Ac, Assise de contact des tissus subéreux.
Lg, Liège.
Cbf, Cambiforme.
Ecm, Écorce moyenne.
fp, Fibres primitives.
Lig, Ligule.
Epcl, Épiderme de la chambre ligulaire.
OLig, Orifice de la ligule.
Si, Sillon inférieur.
CLig, Cavité ligulaire.
Tal (Ece), Parenchyme fondamental du talon.
Tal (Ep), Épiderme du talon.

Fig. 1. Section horizontale du coussinet passant par la région inférieure de la ligule et de la chambre ligulaire (coussinet *S V* de l'échantillon I ; voir fig. 19, p. 63) $\frac{25}{1}$.

Fig. 2. Section horizontale du coussinet passant par le milieu de la ligule et de la chambre ligulaire (coussinet *Y* de l'échantillon II ; voir pl. I, fig. 2) $\frac{25}{1}$.

Fig. 3. Section horizontale du coussinet passant par l'ouverture de la chambre ligulaire (coussinet *Z* de l'échantillon II ; voir pl. I, fig. 2) $\frac{25}{1}$.

Fig. 4. Section horizontale du coussinet passant par la région supérieure (coussinet provenant d'une section non figurée de l'échantillon II) $\frac{25}{1}$.

Fig. 5. Section horizontale d'un coussinet de l'échantillon IV, montrant le début du cambiforme phellique $\frac{25}{1}$.

Fig. 6. Section radiale du coussinet (Échantillon de Dusseldorf) $\frac{25}{1}$.

Digitized by Google

Fig 1

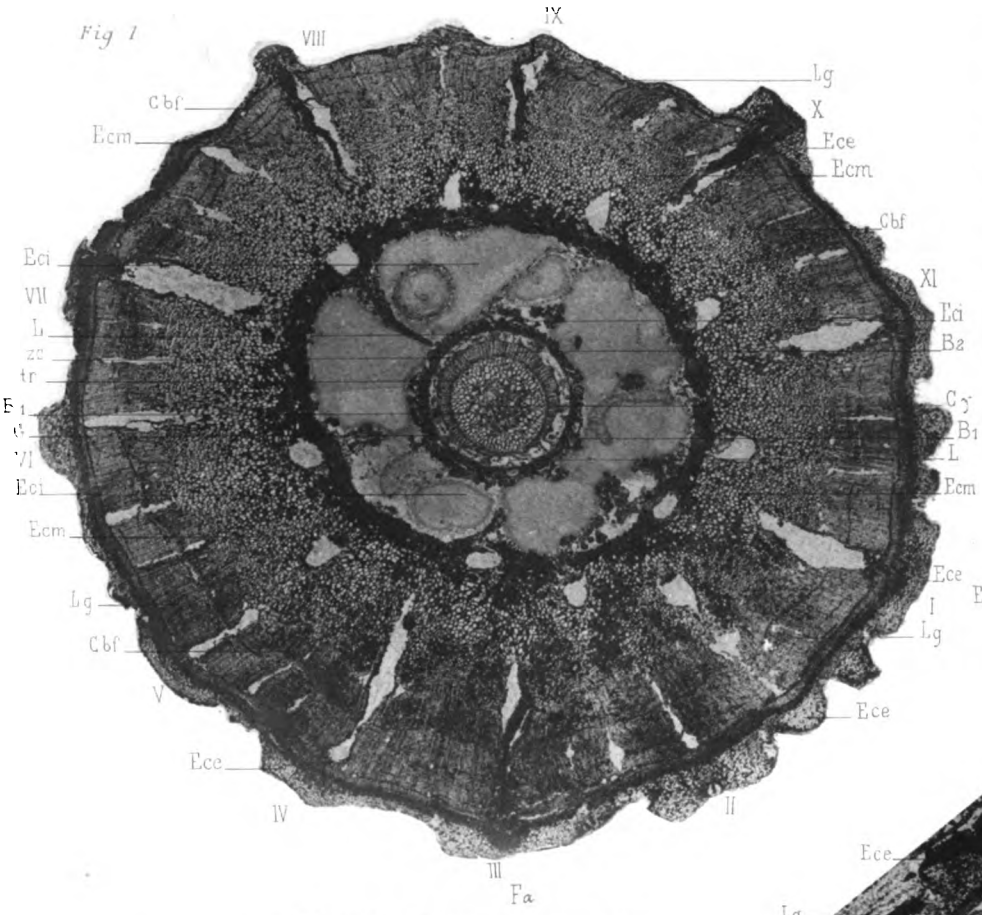


Fig 4

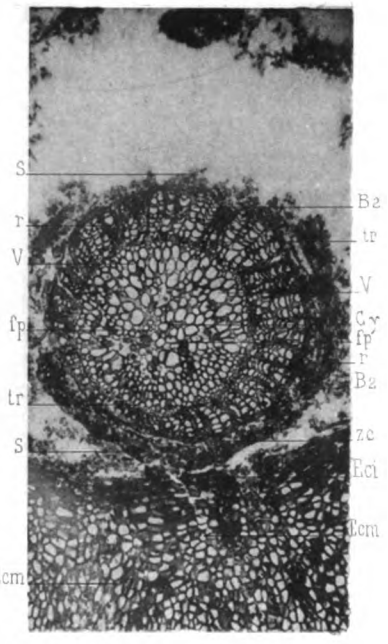


Fig. 3.

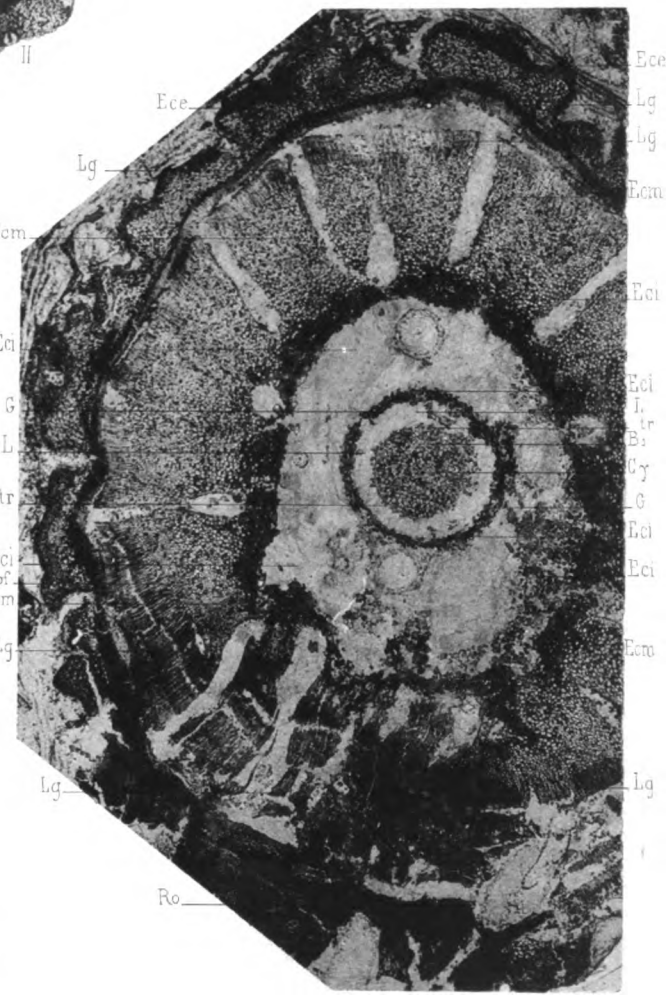
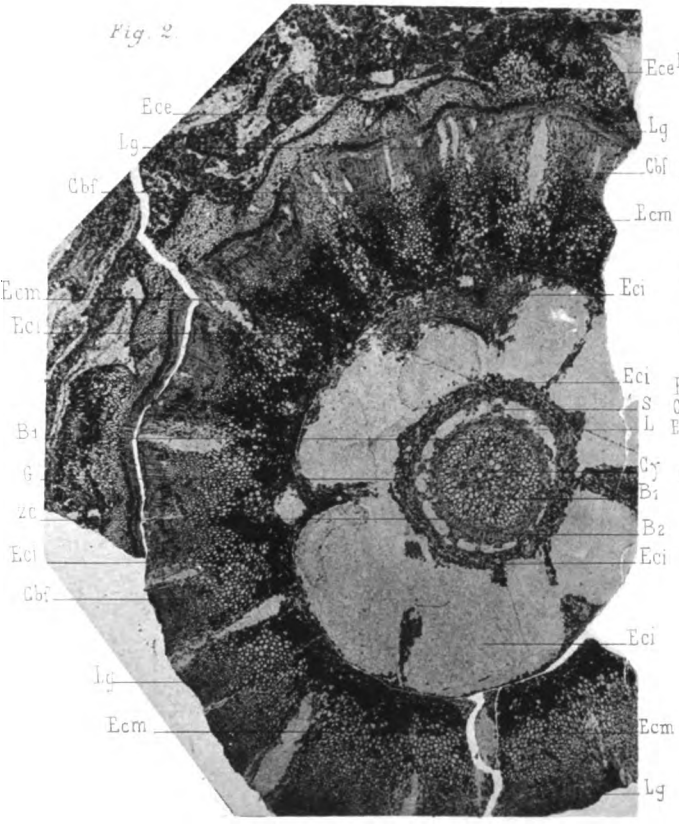


Fig. 2.



Heliotypie H. Rocle, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1

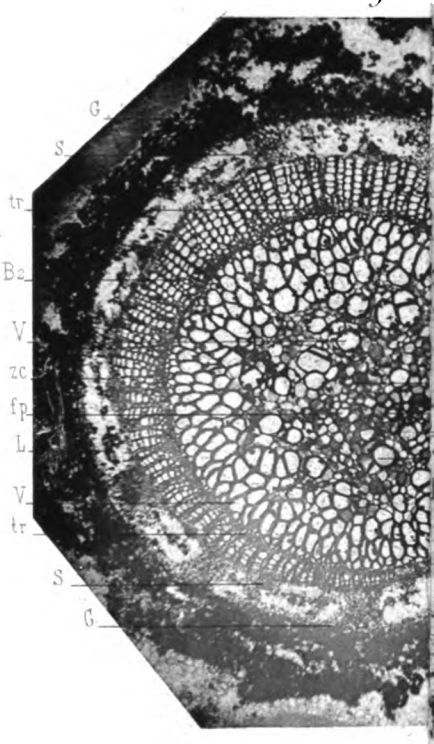


Fig. 5

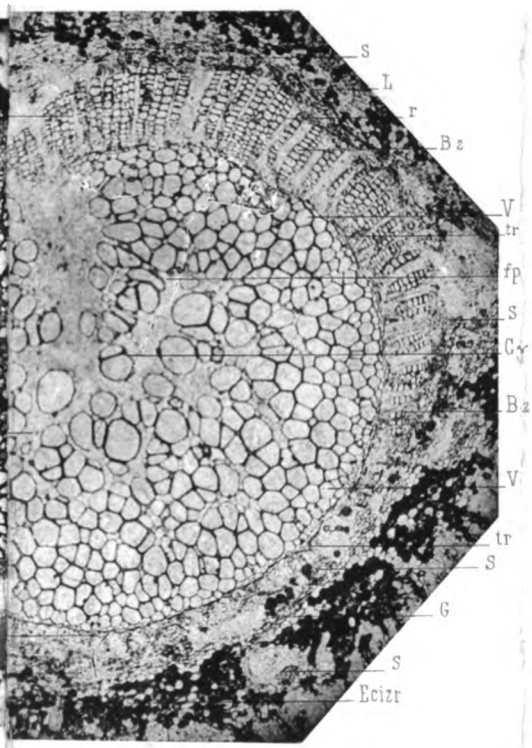
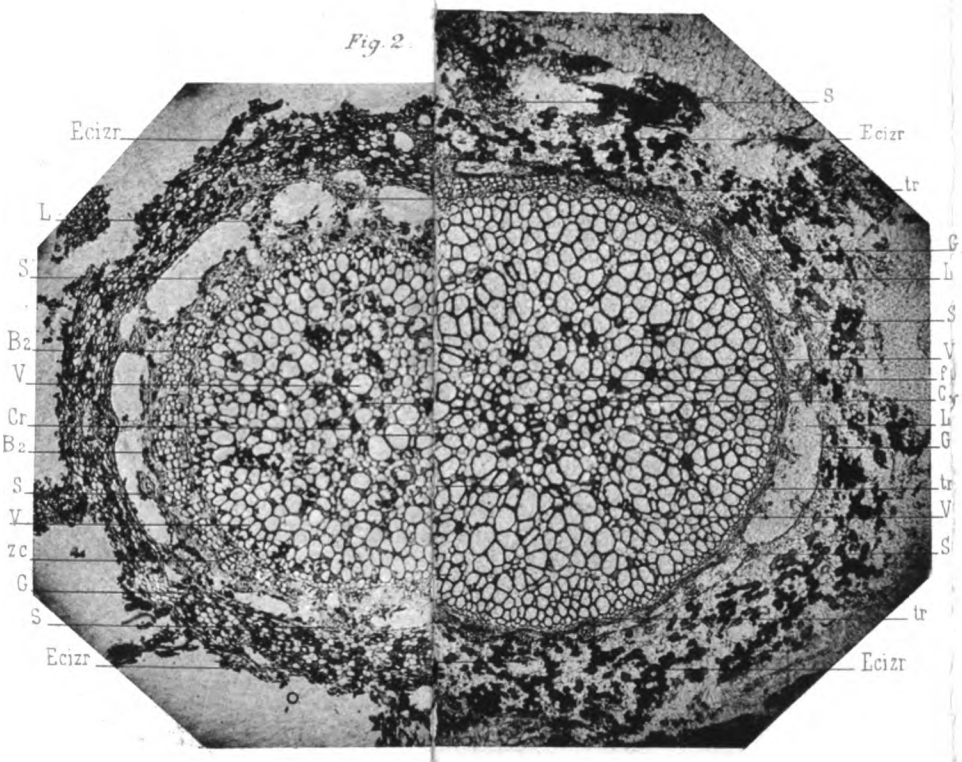


Fig. 10

Fig. 2



Heliotypie H Racle, Paris.

M^r Hovelacque photographe

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

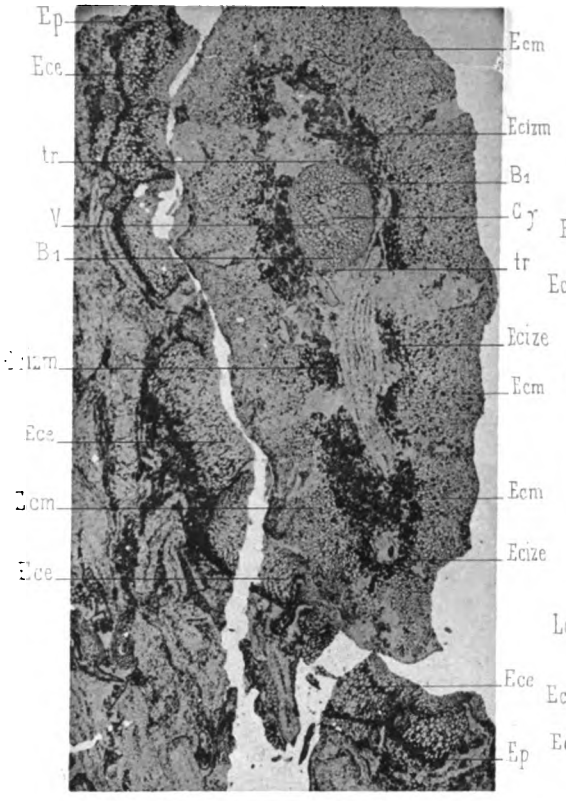


Fig. 3

Fig. 4

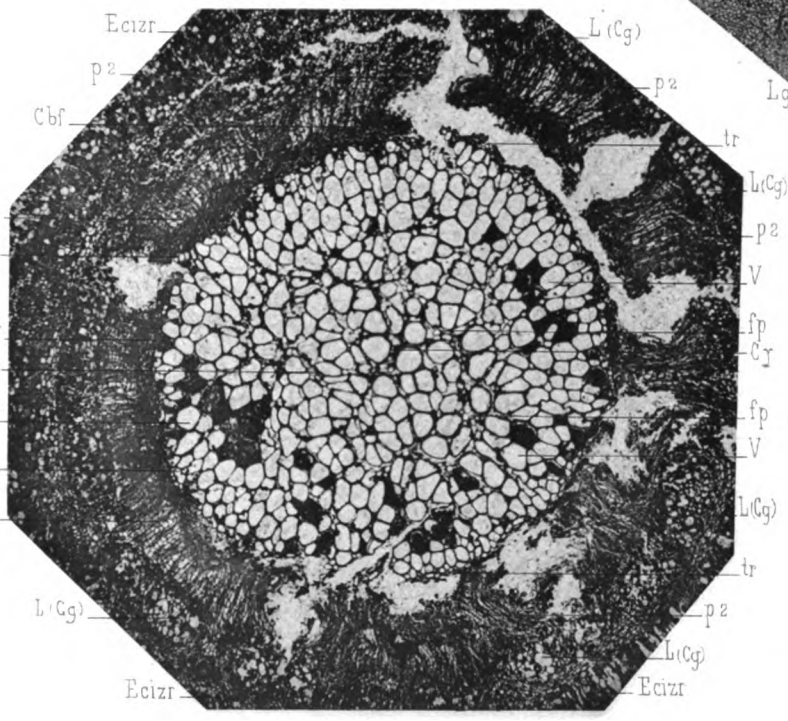
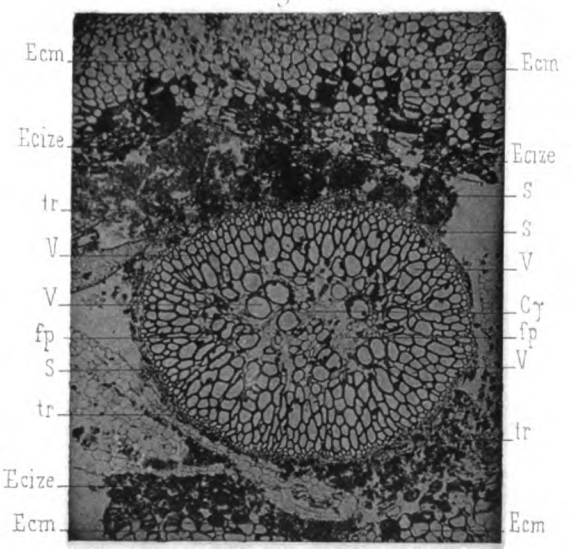


Fig. 2.



Lahure Imp. H. Paris 75 rue Clovis Bernard, Paris

Bull. Normandie, Libert.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1

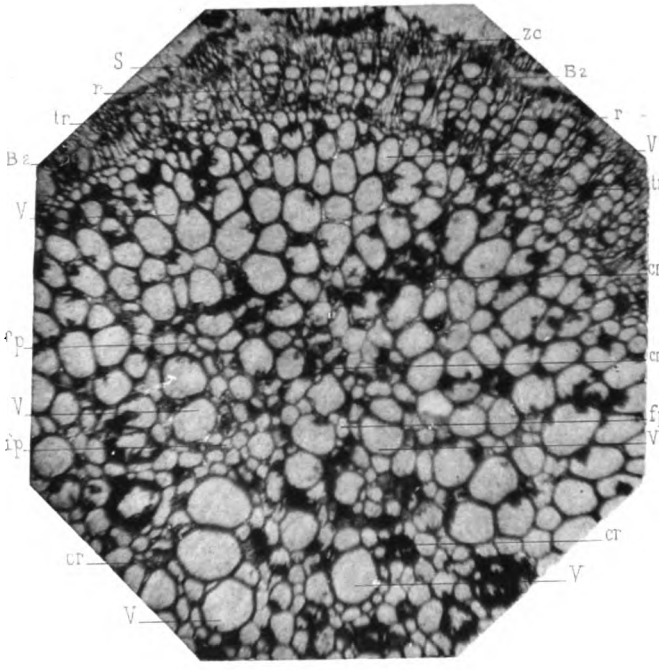


Fig. 2.

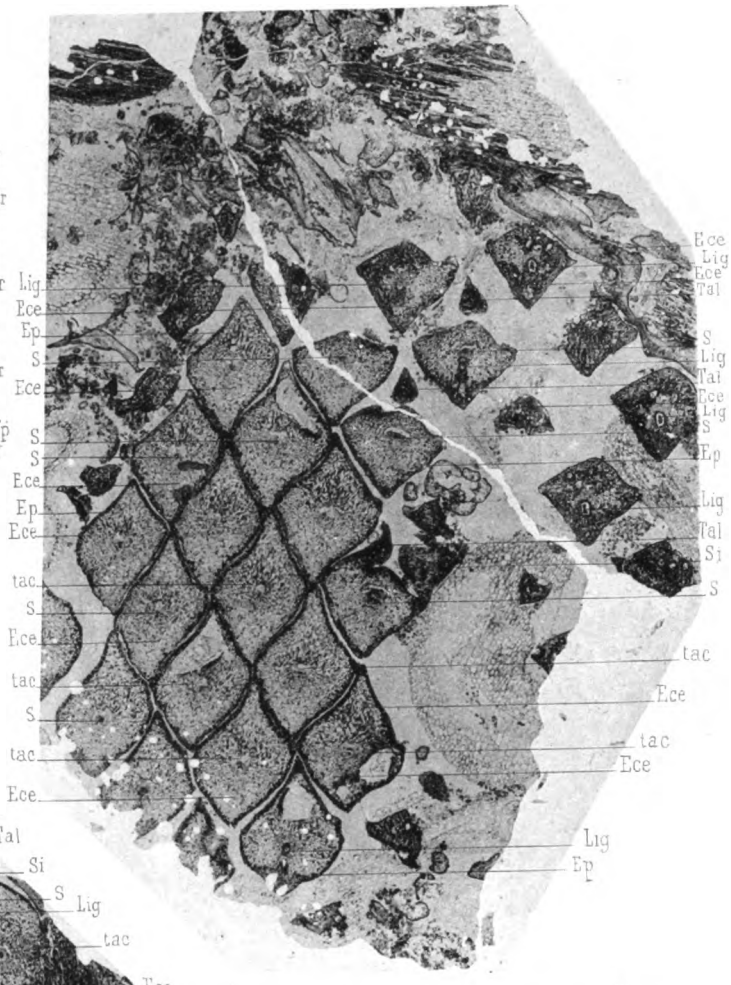


Fig. 3.

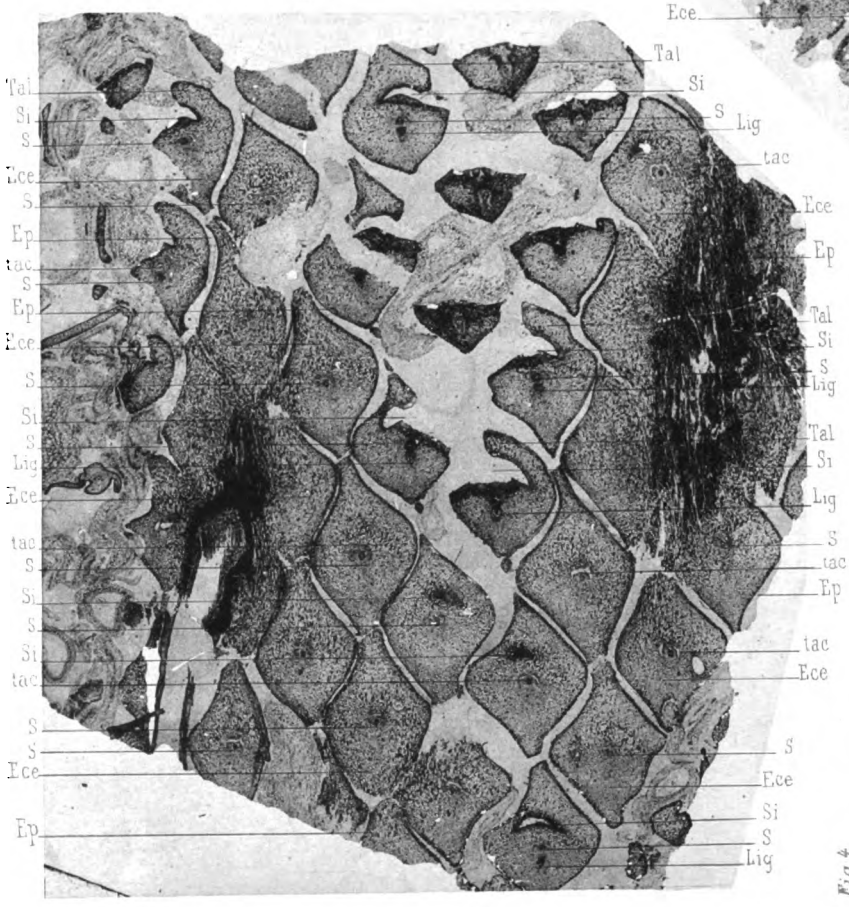
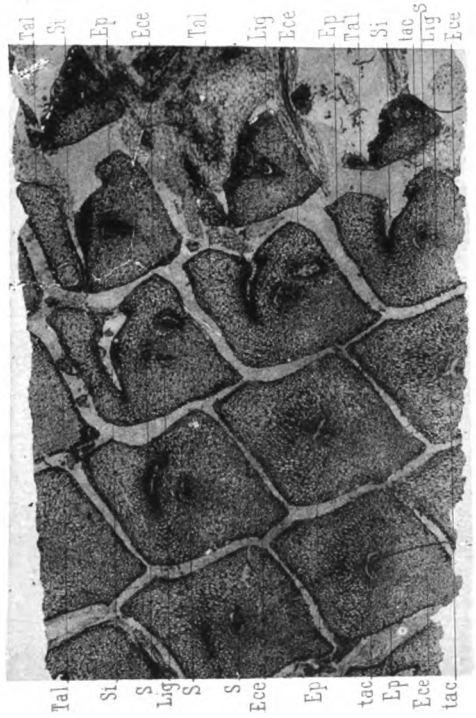


Fig. 4



Héliotypie H Racle, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1

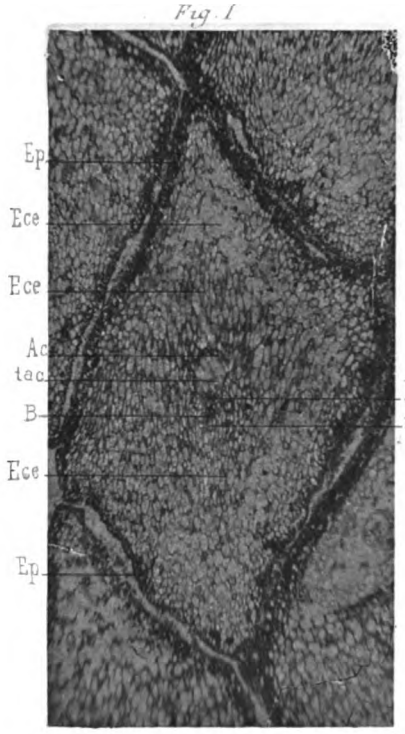


Fig. 4

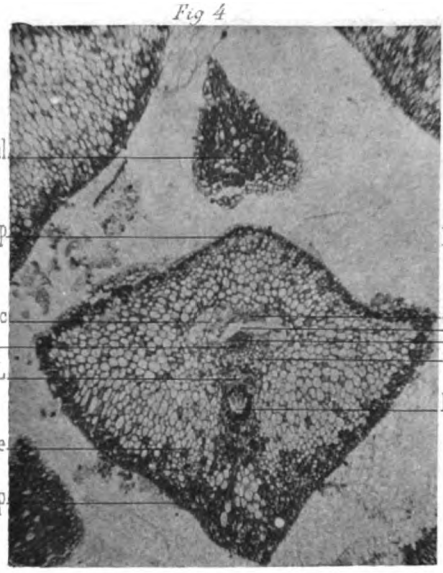


Fig. 5.

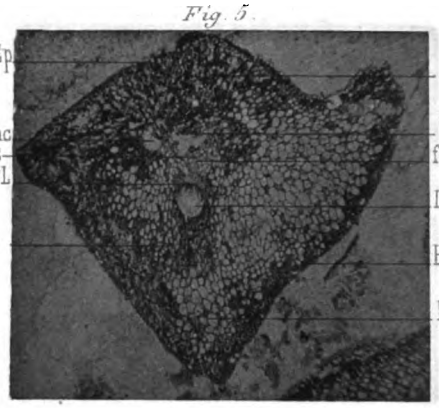


Fig. 6

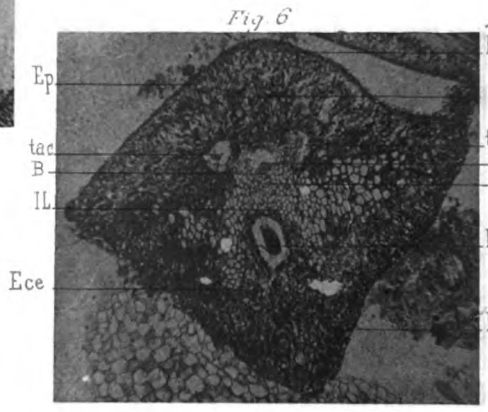


Fig. 7.

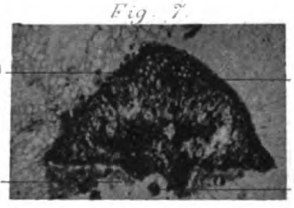


Fig. 2.

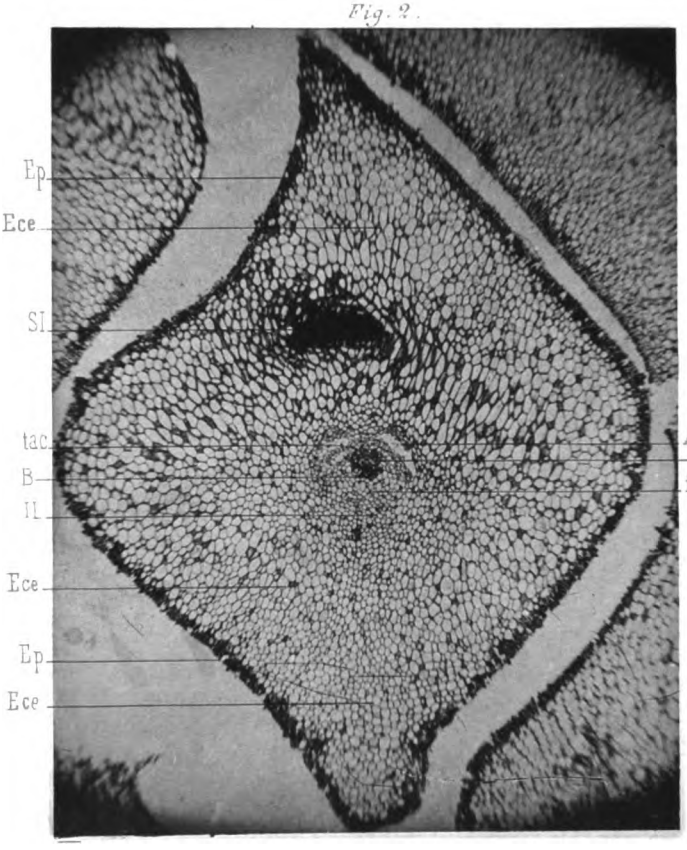
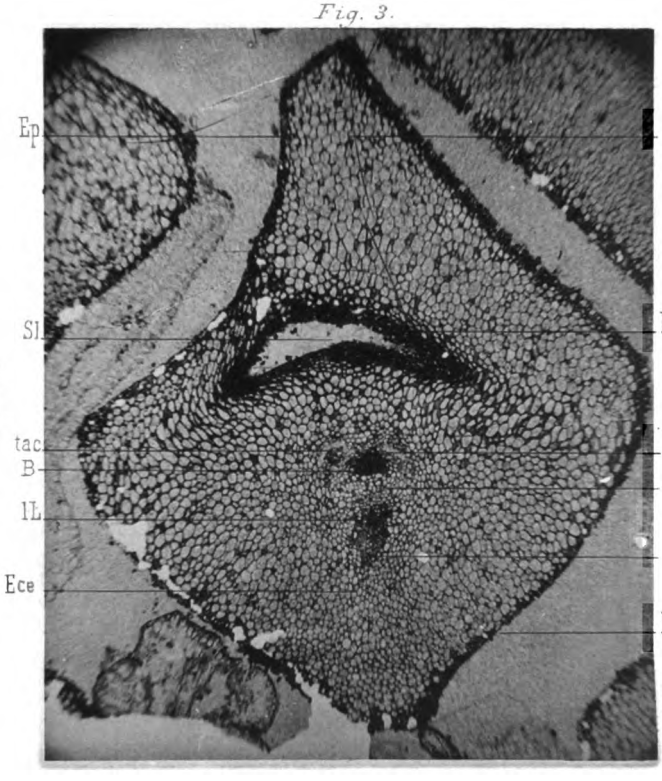


Fig. 3.



Héliotypie H. Reclu, Paris.

M.r Hovelacque phot.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

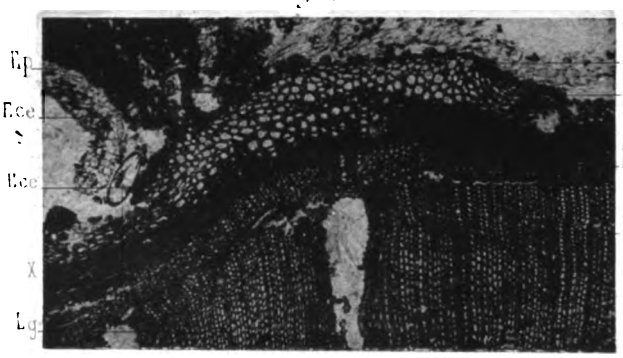


Fig. 2

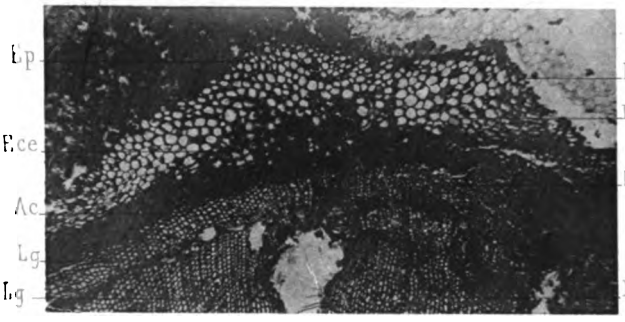


Fig. 3

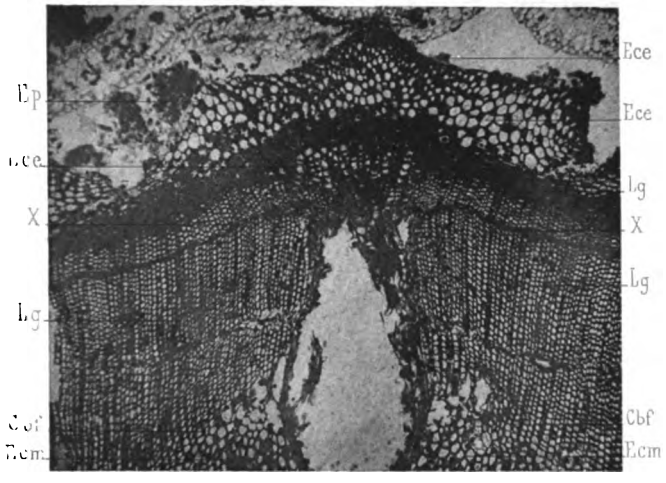


Fig. 4

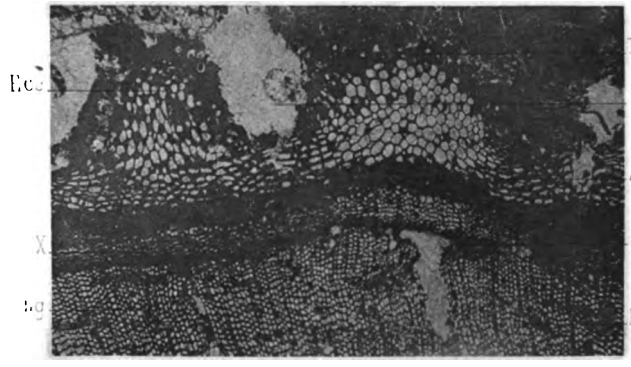


Fig. 5

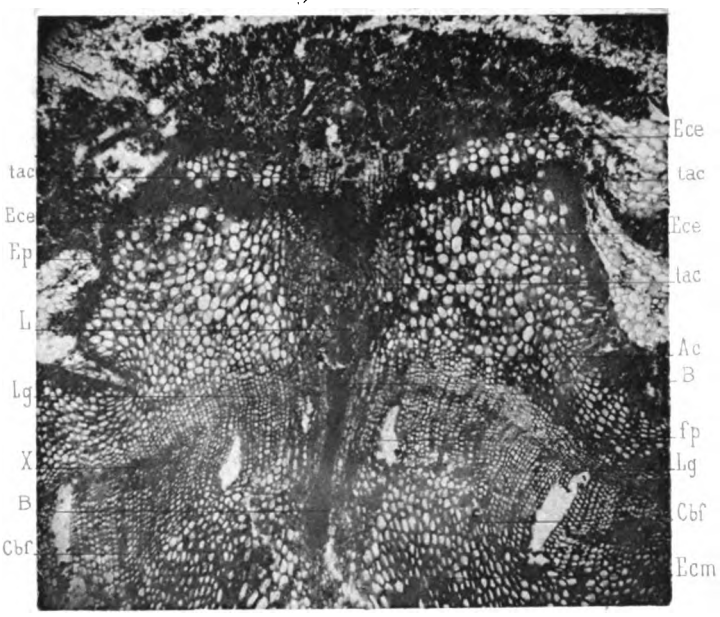


Fig. 6

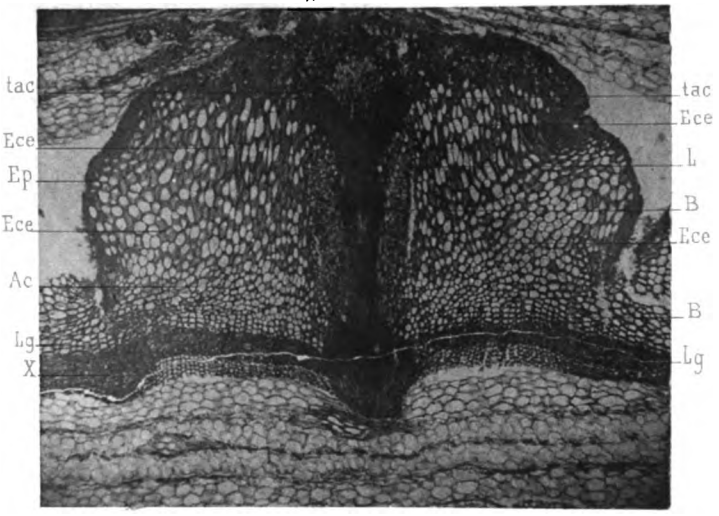
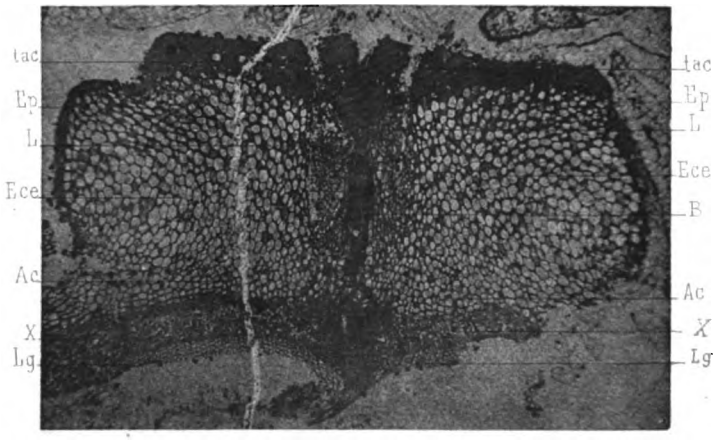


Fig. 7



Héliotypie H. Bacle, Paris

Mlle Provancher del.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

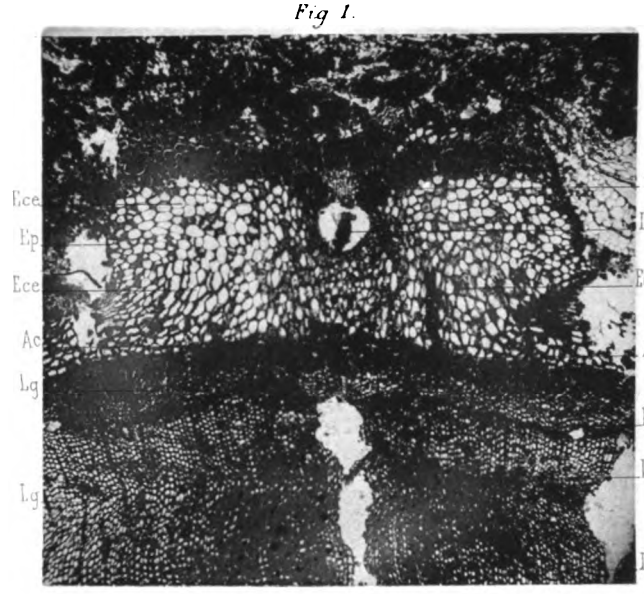


Fig. 2

Fig. 3

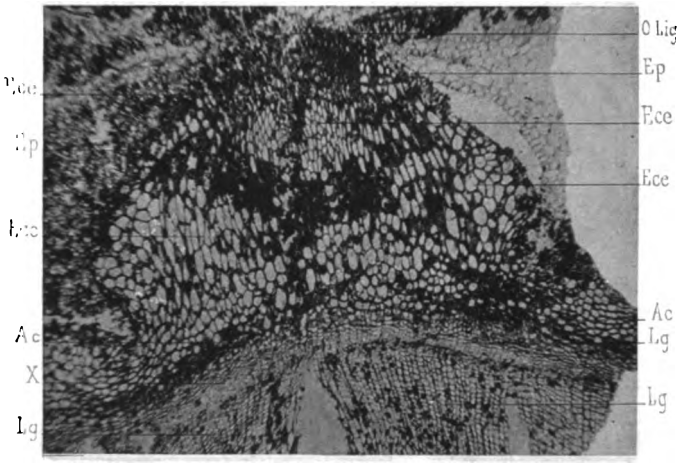


Fig. 4.

Fig. 5.

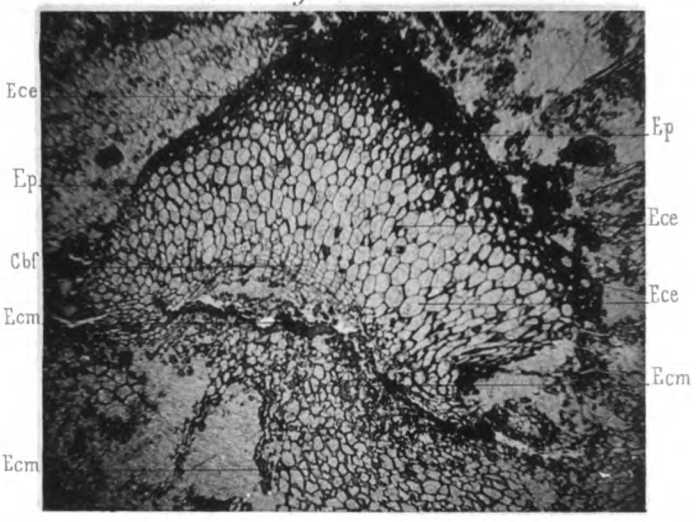
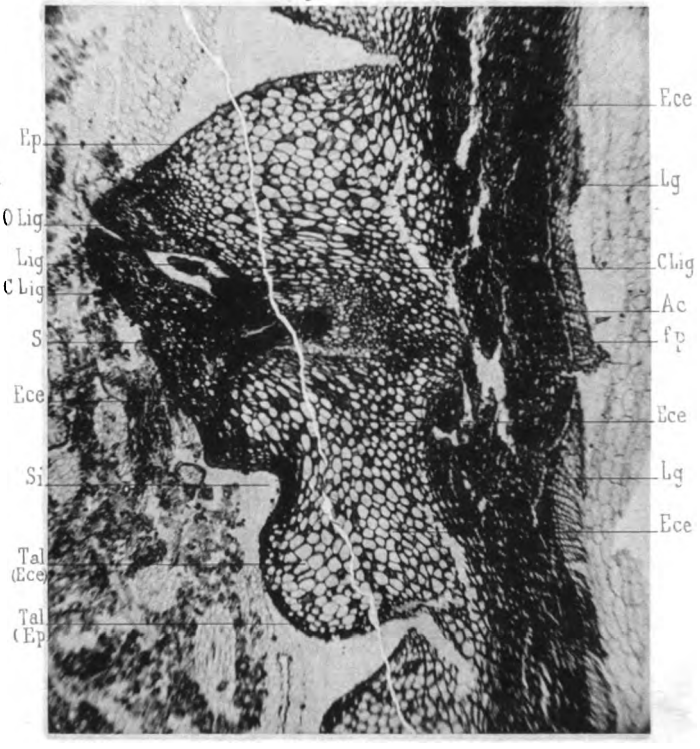


Fig. 6

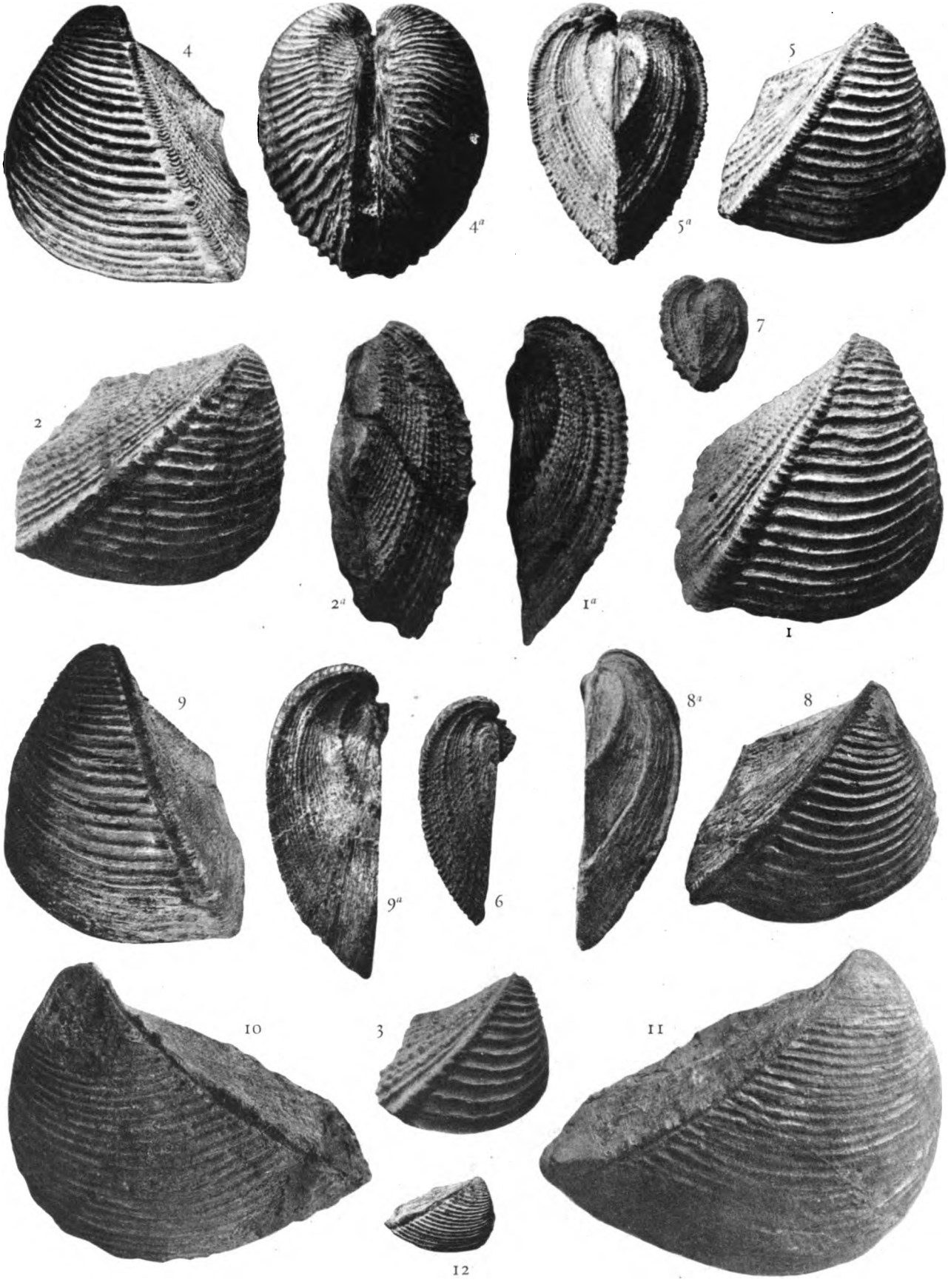


Phototypie H. Reale Paris

Mme Hervé-Lacoste phot.

Digitized by Google

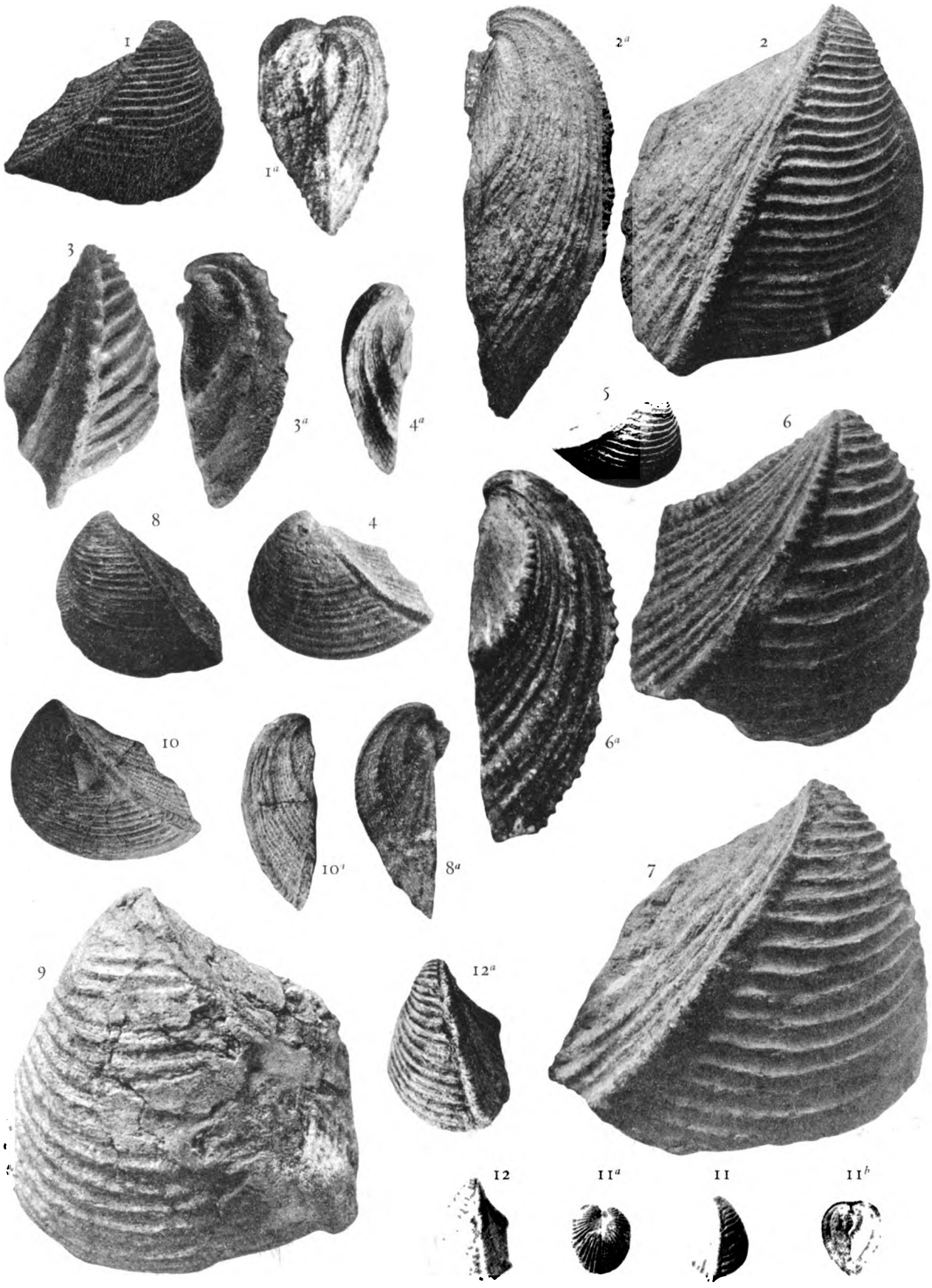
Digitized by Google



1. Trigonia costata, Park. Sow.
2-3. — bella, Lyc.
4-7. — lineolata, Agass.
8. Trigonia Feuguerollensis, n. sp.
9. — tenuicosta, Lyc.
10-12. — Langrunensis, n. sp.

Digitized by Google

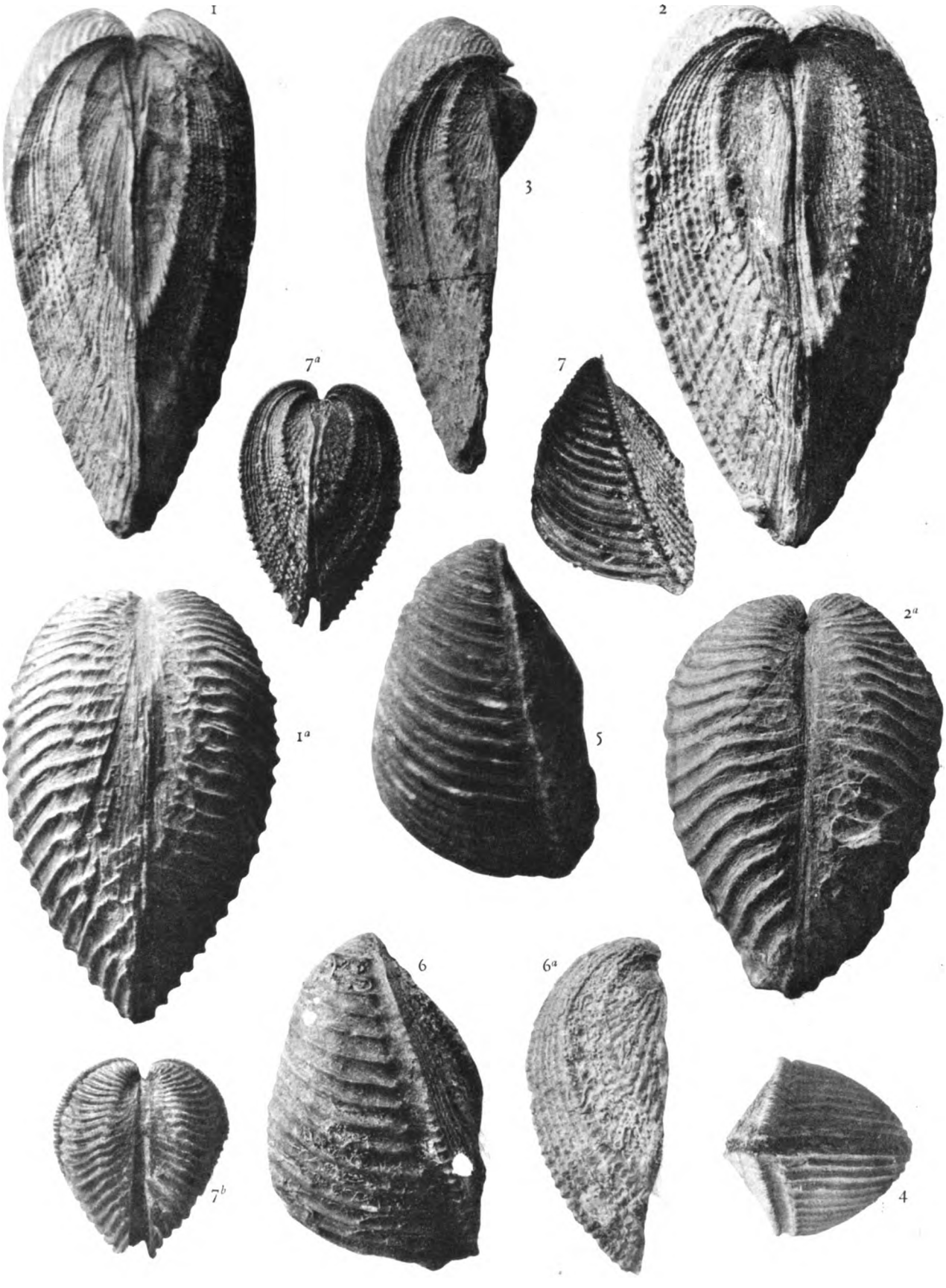
Digitized by Google



1. Trigonia striatissima, n. sp.
2. — bipartita, n. sp.
3. — crista-galli, n. sp.
4-5. — pullus, Sow.
6-7. — Castor, d'Orb.
8. Trigonia Ranvilliana, n. sp.
9. — zonata ? Agass.
10. — Langrunensis, n. sp.
11-12. — angustula, n. sp.

Digitized by Google

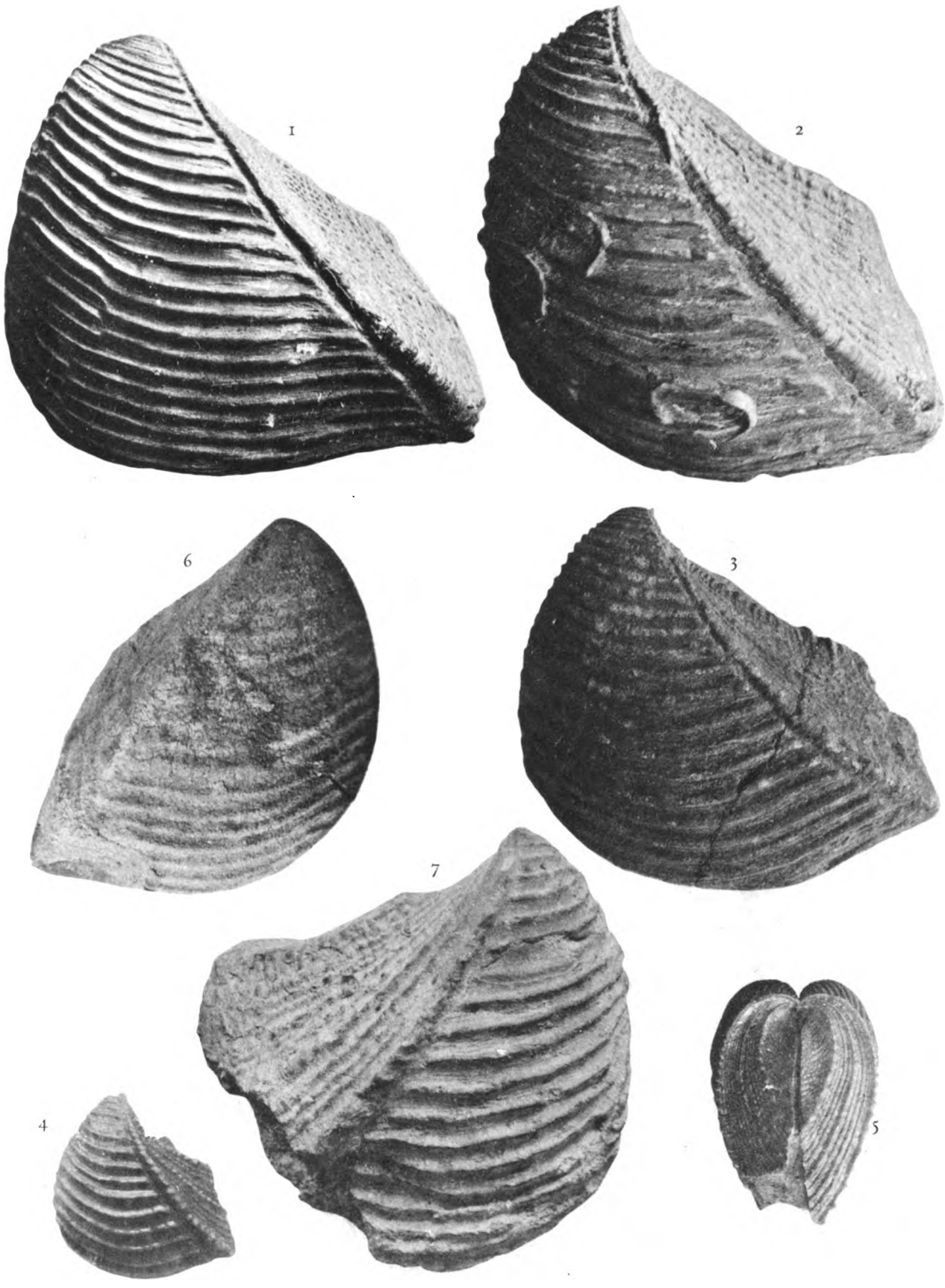
Digitized by Google



1. Trigonia Meriani, Agass.
2-3. — papillata, Agass.
4. — lineolata, Agass.
5-6. Trigonia Œhlerti, n. sp.
7. — elongata, Sow.

Digitized by Google

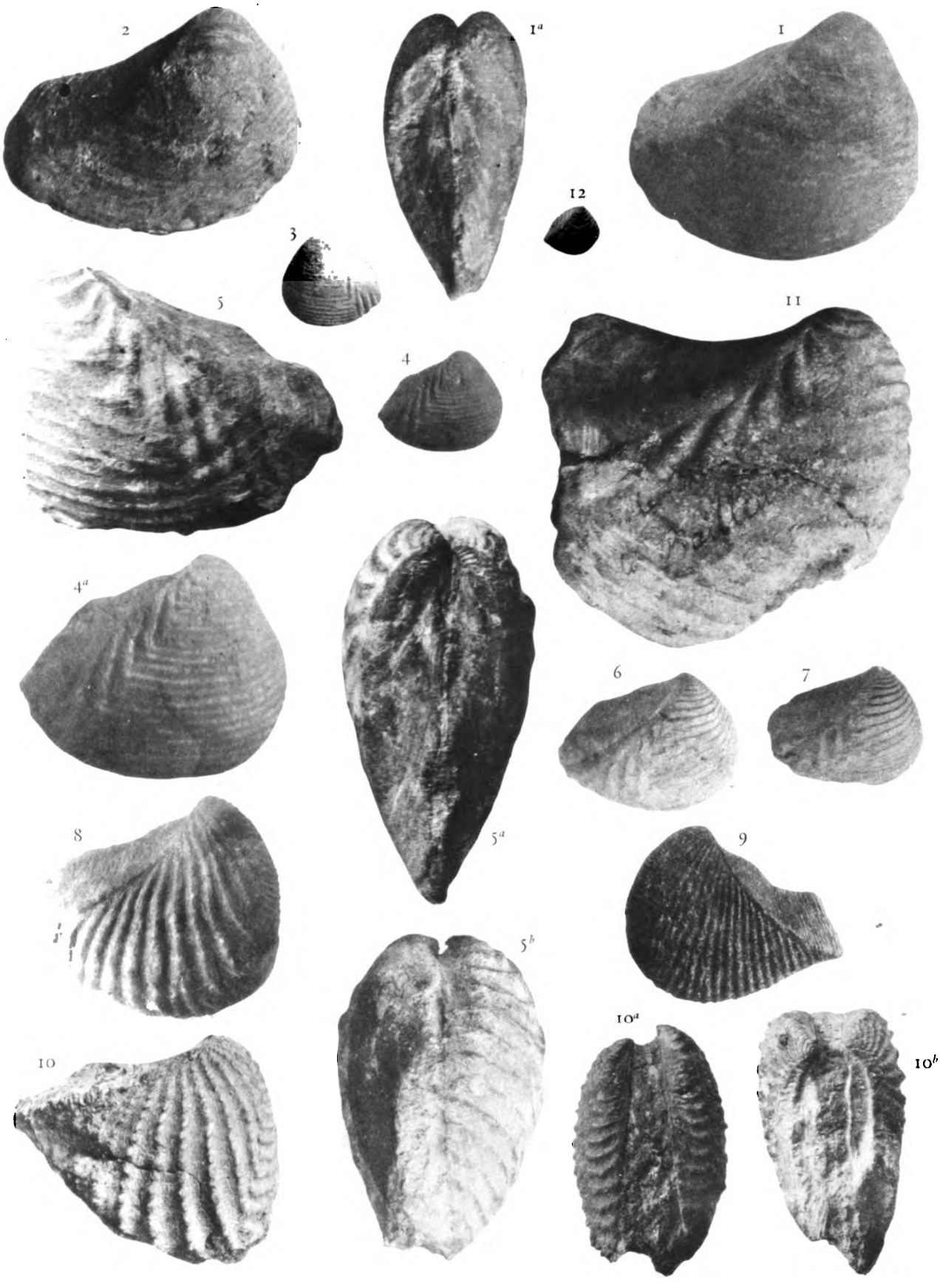
Digitized by Google



1. Trigonia Meriani, Agass.
2-5. — papillata, Agass.
6. Trigonia Glosensis, n. sp.
7. — Castor, d'Orb.

Digitized by Google

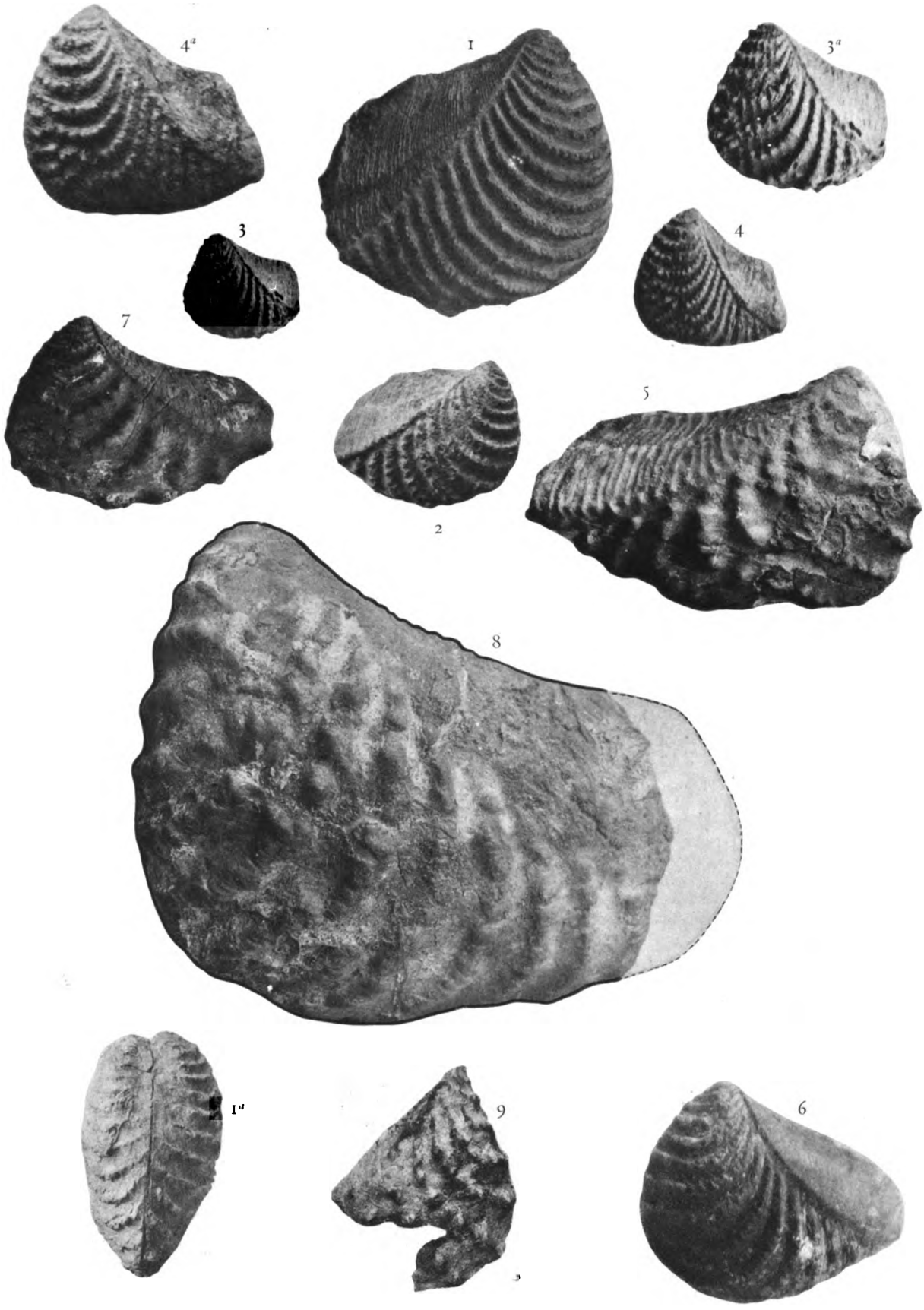
Digitized by Google



1-2. Trigonia Eudesi, n. sp.
3-4. — Clytia, d'Orb.
5. — Eugenii, n. sp.
6-7. — detrita, Terq. et Jourdy.
8. Trigonia Bergeroni, n. sp.
9. — Bathonica, Lyc.
10. — Baylei, Dollfus.
11. — Sp. ?

Digitized by Google

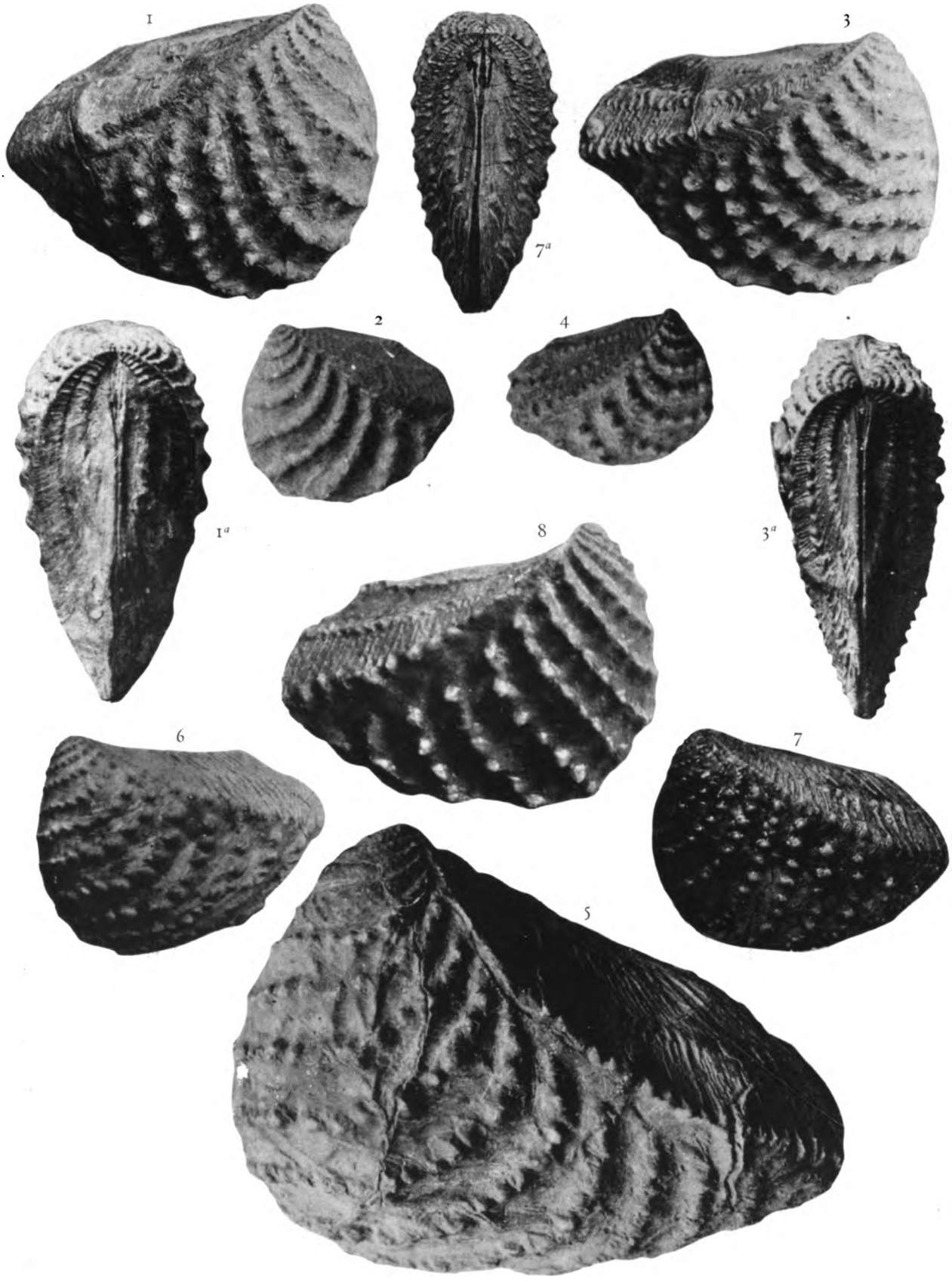
Digitized by Google



1. Trigonia striata, Sow.
2. — formosa, Lyc.
3-4. — Moutierensis, Lyc.
5. — Adeli, n. sp.
6. Trigonia flecta, Morris et Lycett.
7. — Scarburgensis, Lyc.
8. — Bizeti, n. sp.
9. — Sp. ?

Digitized by Google

Digitized by Google

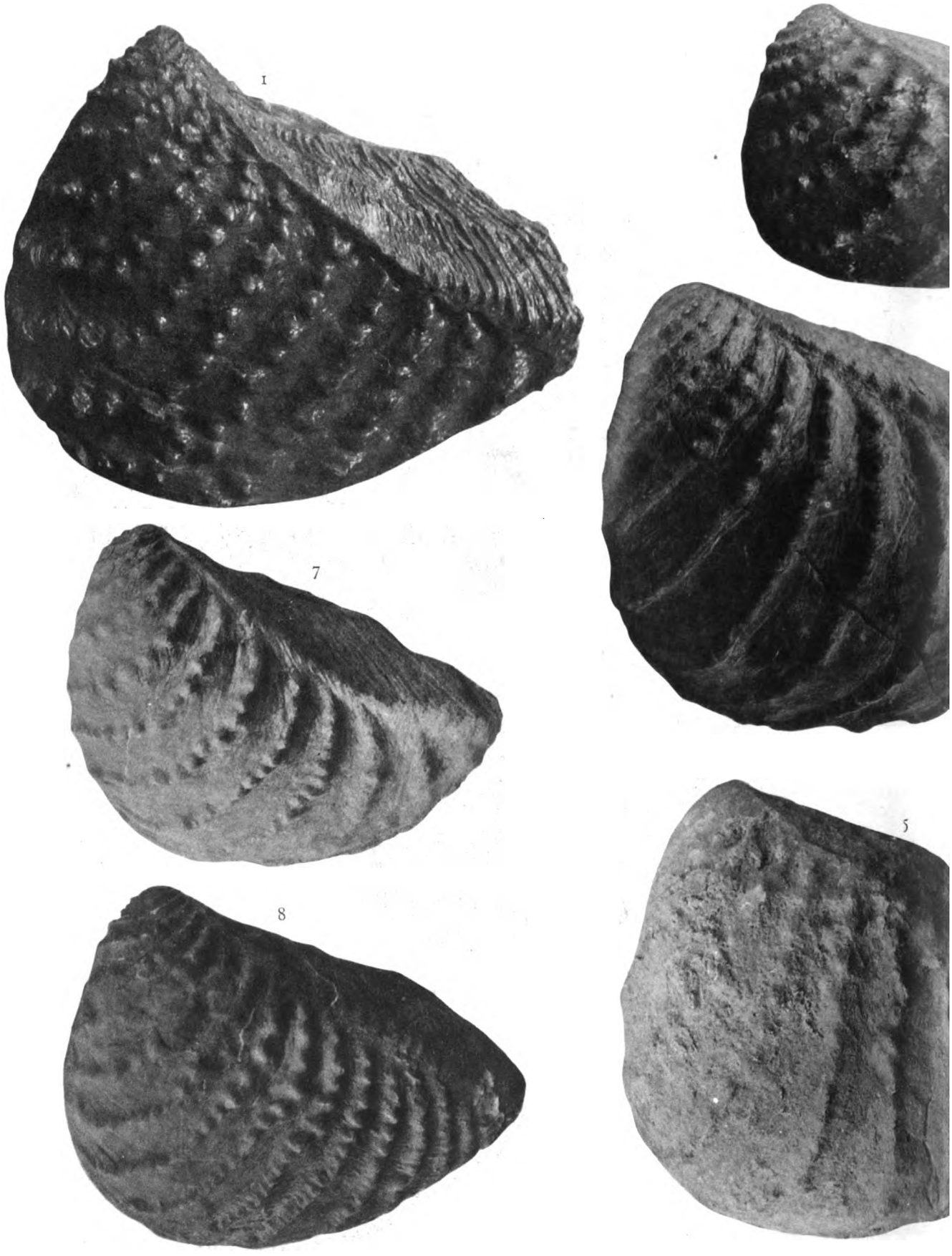


1-2. Trigonia Heberti, n. sp.
3-5. — perlata, Agass.
6-7. Trigonia Bronni, Agass.
8. — Woodwardi, Lyc.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



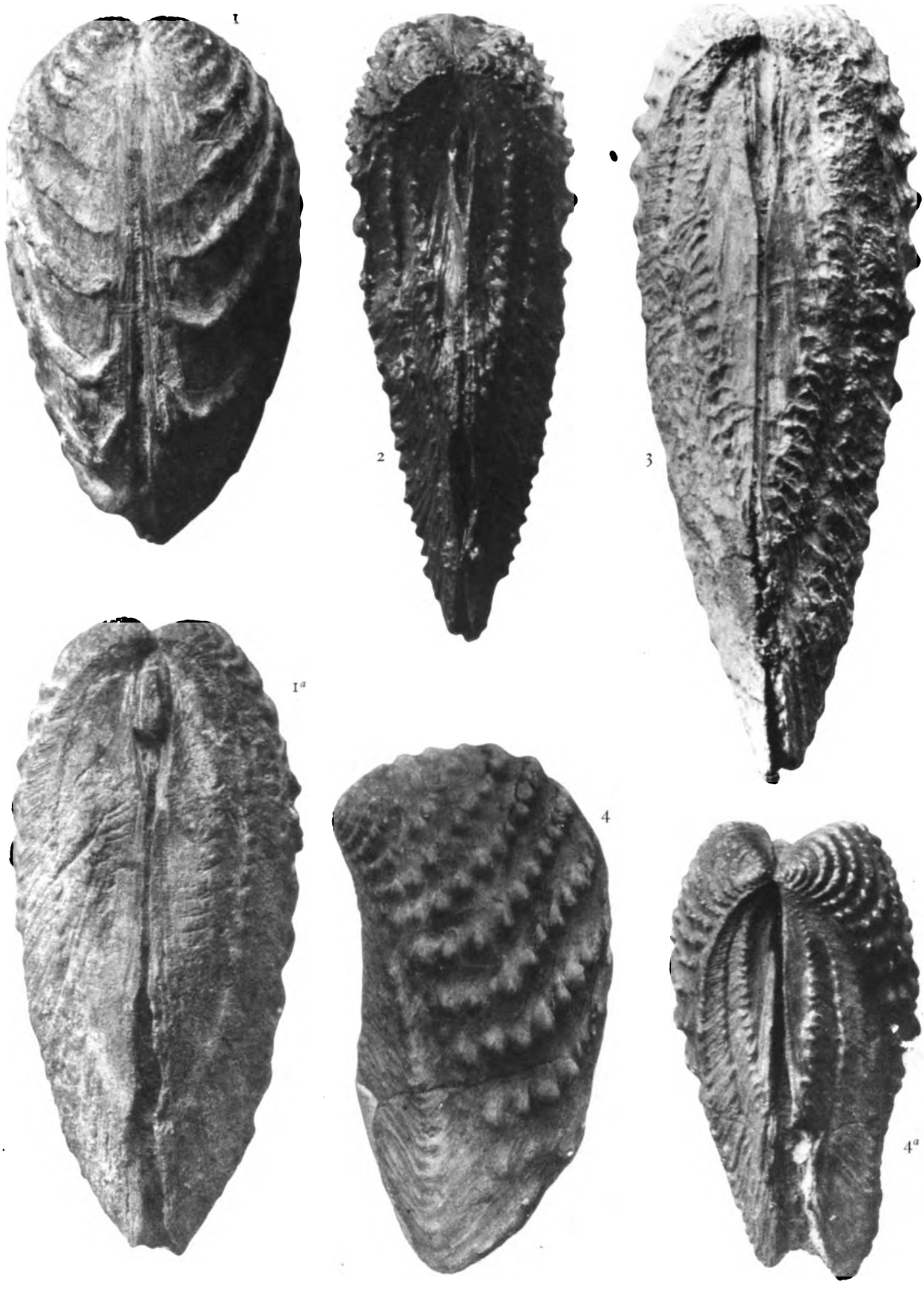
1. Trigonia Woodwardi, Lyc.
2. — Morieri, n. sp.
3-6. — Hudlestoni, Lyc.

Digitized by Google

7. Trigonia Kerfornei, n. sp.
8. — Fischeri, n. sp.
9. — Lennieri, n. sp.

Digitized by Google

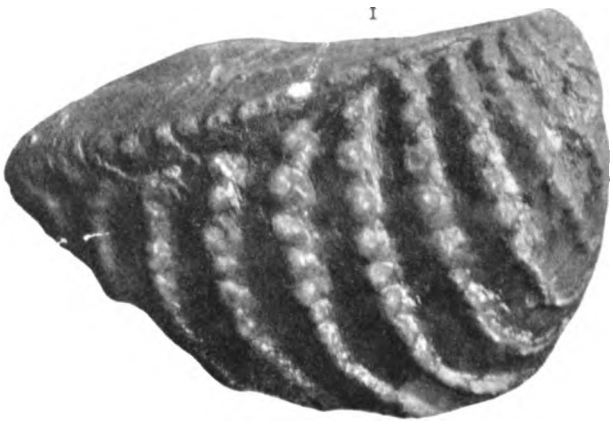
Digitized by Google

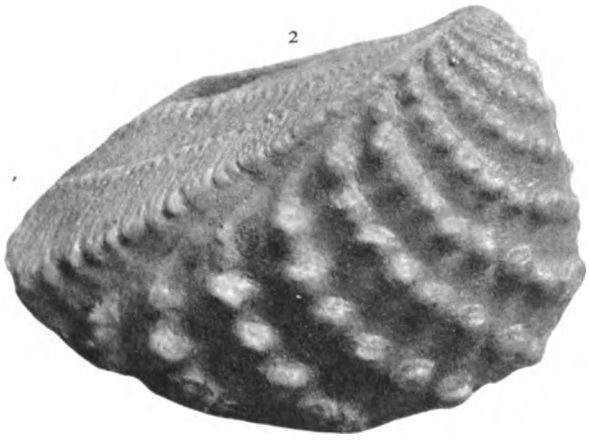


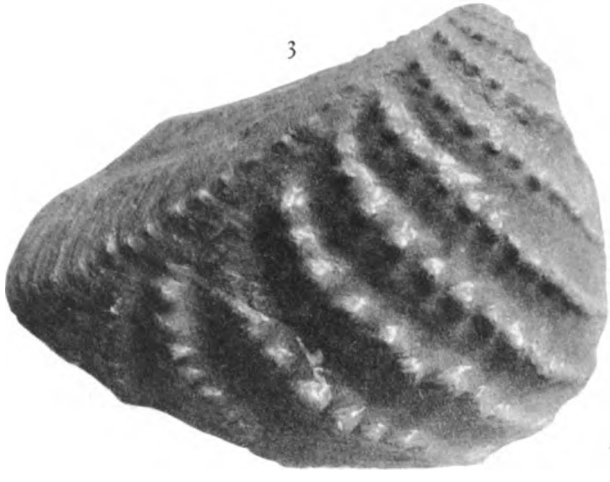
1. Trigonia Hudlestoni, Lyc.
2. — Woodwardi, Lyc.
3. Trigonia Morieri, n. sp.
4. — Pellati, Mun. Ch.

Digitized by Google

Digitized by Google







1. Trigonia Choffati, n. sp.

2-3. Trigonia Jarryi, n. sp.

Digitized by Google

Digitized by Google

APR 10 1893

168

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE NORMANDIE

XVII^e VOLUME

(2^E SÉRIE, 1^ER VOL.)

1^ER FASC.

CAEN

E. LANIER, IMPRIMEUR, RUE GUILLAUME-LE-CONQUÉRANT, 1 & 3

—

1892

Digitized by Google

AVIS RELATIF AUX TIRAGES A PART

Les Auteurs peuvent faire faire un tirage à part de leurs communications à leurs frais et aux conditions suivantes.

L'Auteur devra en faire la demande expresse et par écrit soit en tête de son manuscrit, soit en tête du premier placard, soit par une lettre spéciale qu'il adressera en même temps que le premier placard.

Tout tirage à part devra porter la mention « Extrait *des Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie* » suivie de l'indication du volume.

Les tirages à part seront payés directement à l'Imprimeur conformément au tarif ci-après :

NOMBRE DE FEUILLES	NOMBRE D'EXEMPLAIRES				
	25	50	100	200	500
1 feuille de 8 pages, satinage, brochage, pliage compris	6.75	8.25	11	17	35
2/3 » ou 6 » »	6.	7.75	10	15	30
1/2 » » 4 » »	3.75	4.75	6.75	11	23
1/4 » » 2 » »	3.25	4.	5.50	8.50	15
Couverture imprimée	2.50	2.75	3.50	5.50	10
» sans impression	0.40	0.70	1.	2.	5.50

Composition et impression d'un faux titre, 2 fr. 50.

Changement de folios, 0 fr. 25 par feuille de 8 pages.

Nouvelle mise en pages pour une feuille de 8 pages, 2 fr.; pour une fraction quelconque de feuille, 1 fr. 50.

Nouvelle correction : 0 fr. 90 l'heure.

Intercalation de planches :

	50 EXEMPL.	100 EXEMPL.
Chaque planche collée ou avec onglet replié	0.60	1.
» avec onglet ajouté	1.	1.75
Chaque pli en sus	0.60	1.

Le papier employé pour les tirages à part sera le même que celui des *Mémoires*.

Pour les tirages de luxe et les changements de papier ou de format, les prix en seront donnés à l'avance sur la demande de l'Auteur.

Digitized by Google

2 210.4

RECEIVED
NOV 25 1893
168

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE NORMANDIE

XVII^e VOLUME

(2^E SÉRIE, 1^ER VOL.)

2^E & 3^E FASC.

CAUMONT · LAMOUROUX · EUDES-DESLONGCHAMPS · ADE
SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE
FONDÉE EN 1823
RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE EN 1863
CAEN

CAEN

E. LANIER, IMPRIMEUR, RUE GUILLAUME-LE-CONQUÉRANT, 1 & 3

1893

Digitized by Google

AVIS RELATIF AUX TIRAGES A PART

Les Auteurs peuvent faire faire un tirage à part de leurs communications à leurs frais et aux conditions suivantes.

L'Auteur devra en faire la demande expresse et par écrit soit en tête de son manuscrit, soit en tête du premier placard, soit par une lettre spéciale qu'il adressera en même temps que le premier placard.

Tout tirage à part devra porter la mention « Extrait *des Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie* » suivie de l'indication du volume.

Les tirages à part seront payés directement à l'Imprimeur conformément au tarif ci-après :

NOMBRE DE FEUILLES	NOMBRE D'EXEMPLAIRES				
	25	50	100	200	500
1 feuille de 8 pages, satinage, brochage, pliage compris	6.75	8.25	11	17	35
2/3 » ou 6 » »	6.	7.75	10	15	30
1/2 » » 4 » »	3.75	4.75	6.75	11	23
1/4 » » 2 » »	3.25	4.	5.50	8.50	15
Couverture imprimée	2.50	2.75	3.50	5.50	10
» sans impression	0.40	0.70	1.	2.	5.50

Composition et impression d'un faux titre, 2 fr. 50.

Changement de folios, 0 fr. 25 par feuille de 8 pages.

Nouvelle mise en pages pour une feuille de 8 pages, 2 fr. ; pour une fraction quelconque de feuille, 1 fr. 50.

Nouvelle correction : 0 fr. 90 l'heure.

Intercalation de planches :

	50 EXEMPL.	100 EXEMPL.
Chaque planche collée ou avec onglet replié	0.60	1.
» avec onglet ajouté	1.	1.75
Chaque pli en sus	0.60	1.

Le papier employé pour les tirages à part sera le même que celui des *Mémoires*.

Pour les tirages de luxe et les changements de papier ou de format, les prix en seront donnés à l'avance sur la demande de l'Auteur.

Digitized by Google

LISTE

DES PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE

I. — Séances publiques de la Société.

Séance tenue à Falaise le 5 juin 1834. In-8°, 152 pages. . . . . (épuisé)
» » à Bayeux le 4 juin 1835. In-8°, 92 p. . . . . 1 fr.
» » à Vire le 24 mai 1836. In-8°, 160 p. 1
» » à Honfleur le 28 juin 1837. In-8°, 74 p. . . . . 0,50 c.

II. — Mémoires de la Société Linnéenne du Calvados.

Tome I^er^, 1824. In-8°, 300 pages, 10 planches. . . . . 8 fr.
» II, 1825. In-8°, 600 p. et Atlas in-4° de 26 pl. 10

Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie.

Tome III, 1826-27. In-8°, 368 pages et Atlas in-4° de 6 planches coloriées . . . . (épuisé)
» IV, 1828. In-8°, 409 p. et Atlas in-4° de 8 pl. coloriées. . . . . 9 fr.

2^e^ Série. 1^er^ vol., 1829 ; 1^re^ partie. In-4°, 193 p., 4 pl. (très rare). — C'est le seul fascicule de cette série que la Société ait publié 7

Tome V, 1829-33. In-4°, 281 p., 6 pl. 8
» VI, 1834-38. » 312 p., 11 pl. 8
» VII, 1839-42. » 232 p., 12 pl. (rare) 18
» VIII, 1843-48. » 369 p., 19 pl. 15
» IX, 1849-53. » 257 p., 15 pl. 10
» X, 1854-55. » 343 p., 18 pl. 12
» XI, 1856-59. » 276 p., 31 pl. 15
» XII, 1860-61. » 177 p., 14 pl. 8
» XIII, 1862-63. » 310 p., 18 pl. 15
» XIV, 1863-64, » 404 p., 8 pl. (rare). 16
» XV, 1865-68, » 408 p., 5 pl. 8
» XVI, 1869-72. » 539 p., 26 pl. 22

III. — Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie.

1re Série.

Tome I, 1855-56, 144 p., 7 pl. . . . 3 fr.
» II, 1856-57, 368 p., 5 pl. . . . 3
» III, 1857-58, 195 p., 7 pl. (très rare) 6
» IV, 1858-59, 273 p., 4 pl. (très rare) 6
» V, 1859-60, 330 p., 12 pl. (très rare) 8
» VI, 1860-61, 186 p., 8 pl. (rare) . 5
» VII, 1861-62, 354 p., 16 pl. (rare) . 7
» VIII, 1862-63 . . . . . (épuisé)
» IX, 1863-64 . . . . . (épuisé)
» X, 1864-65, 400 p., 4 pl. . . . 5 fr.

2e Série.

Tome I, 1865-66, 376 p., 12 pl. . . . 8 fr.
» II, 1867, 541 p., 5 pl. 7
» III, 1868, 308 p. 6
» IV, 1868-69, 318 p., 1 pl. . . . 6
Tome V, 1869-70, 448 p. . . . . 6 fr.
» VI, 1870-72, 467 p., 2 pl. . . . 6
» VII, 1872-73, 406 p., 5 pl., 3 cartes. 8
» VIII, 1873-74, 506 p., 2 pl., 1 carte. 7
» IX, 1874-75, 403 p., 1 pl., 1 carte (rare) 7
» X, 1875-76 . . . . . (épuisé)

3e Série.

Tome I, 1876-77, 289 p., 2 pl. . . . 5 fr.
» II, 1877-78, 416 p., 3 pl. (très rare) 10
» III, 1878-79, 435 p., 1 pl. . . . 8
» IV, 1879-80 . . . . . (épuisé)
» V, 1880-81, 425 p., 4 pl. (rare) . 10 fr.
» VI, 1881-82, 320 p., 3 pl. . . . 6
» VII, 1882-83, 356 p., 7 pl. . . . 7
» VIII, 1883-84, 594 p., 20 pl. . . . 12
» IX, 1884-85, 300 p., 4 pl. . . . 6
» X, 1885-86, 392 p., 2 pl. . . . 7

Les volumes de la 4e Série sont vendus chacun. . . . . 10 fr.

Pour toute demande d'achat, s'adresser à M. Lignier, secrétaire, impasse Bagatelle, à Caen (1).

(1) Afin de permettre à ses Membres de compléter leur collection, la Société leur accordera une réduction de 1/5 sur les prix ci-dessus.

IMP. E. LANIER, 1 à 3, RUE GUILLAUME — CAEN

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE NORMANDIE

XVII^e VOLUME

(2^e SÉRIE, 1^ER VOL.)

1892-93

CAEN

E. LANIER, IMPRIMEUR, RUE GUILLAUME-LE-CONQUÉRANT, 1 & 3

1893

Digitized by Google

AVIS RELATIF AUX TIRAGES A PART

Les Auteurs peuvent faire faire un tirage à part de leurs communications à leurs frais et aux conditions suivantes.

L'Auteur devra en faire la demande expresse et par écrit soit en tête de son manuscrit, soit en tête du premier placard, soit par une lettre spéciale qu'il adressera en même temps que le premier placard.

Tout tirage à part devra porter la mention « Extrait *des Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie* » suivie de l'indication du volume.

Les tirages à part seront payés directement à l'Imprimeur conformément au tarif ci-après :

NOMBRE DE FEUILLES	NOMBRE D'EXEMPLAIRES				
	25	50	100	200	500
1 feuille de 8 pages, satinage, brochage, pliage compris	6.75	8.25	11	17	35
2/3 » ou 6 » »	6.	7.75	10	15	30
1/2 » » 4 » »	3.75	4.75	6.75	11	23
1/4 » » 2 » »	3.25	4.	5.50	8.50	15
Couverture imprimée	2.50	2.75	3.50	5.50	10
» sans impression	0.40	0.70	1.	2.	5.50

Composition et impression d'un faux titre, 2 fr. 50.

Changement de folios, 0 fr. 25 par feuille de 8 pages.

Nouvelle mise en pages pour une feuille de 8 pages, 2 fr.; pour une fraction quelconque de feuille, 1 fr. 50.

Nouvelle correction : 0 fr. 90 l'heure.

Intercalation de planches :

	50 EXEMPL.	100 EXEMPL.
Chaque planche collée ou avec onglet replié	0.60	1.
» avec onglet ajouté	1.	1.75
Chaque pli en sus	0.60	1.

Le papier employé pour les tirages à part sera le même que celui des *Mémoires*.

Pour les tirages de luxe et les changements de papier ou de format, les prix en seront donnés à l'avance sur la demande de l'Auteur.

Digitized by Google

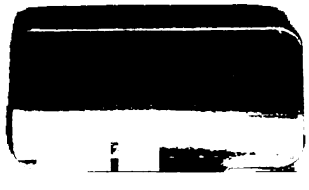
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 106 291 156



Digitized by Google

Digitized by Google